

Denkmalgerechte energetische Sanierung der Förderschule Olbersdorf mit innovativen Ansätzen

Ausgewählte Ergebnisse des Monitorings

1. Sanierungsziele
2. Sanierungsbaustein bedarfsgerechte Lüftung
3. Sanierungsbaustein energieeffiziente Wärmebereitstellung
4. Fazit

Stuttgart, 12.11.2013

Jens Bolsius
Hochschule Zittau/Görlitz



- Errichtung: 1927/28,
- Kulturdenkmal im Sinne des sächsischen Denkmalschutzgesetzes („ bedeutendes regionales Beispiel für den sachlichen Schulbau der Weimarer Republik mit Anklängen an den Expressionismus“),
- Nutzfläche Schulgebäude nach EnEV 4.900 m²,
- Förderschule für ca. 180 Schüler

SANIERUNGSZIELE

- deutliche Verringerung des Energieverbrauches (3-I Schule)
- Schaffung eines lernfördernden Raumklimas
 - > hinreichende Raumlufthygiene
 - > Verbesserung Raumakustik
 - > Begrenzung sommerlicher Innentemperaturen
- schulalltagstaugliche (robuste, bedienfreundliche) Ausführungen
- wartungsarme Technik
- Einsatz innovativer Produkte unter baupraktischen Gegebenheiten (Zeit- und Kostenrahmen, Baugesetzgebung, bauaufsichtliche Prüfungen und – Zulassungen, Ausschreibung/Vergabe/Ausführung)

Förderung des Projektes im Rahmen des Programmes ENOB /
EnEff-Schule durch das BMWi

Förderkennzeichen 0327430C

SANIERUNGSBAUSTEIN: FASSADE



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Erhebliche Emission von Riech- und Ekelstoffen durch hohe Personendichte

Schlechte (unerträgliche) Raumluftqualität

Lernmotivation / Ermüdung / Lernleistungen?

Große Außenluftvolumenströme

a) Fensterlüftung

Zugerscheinungen / Energieverbrauch?

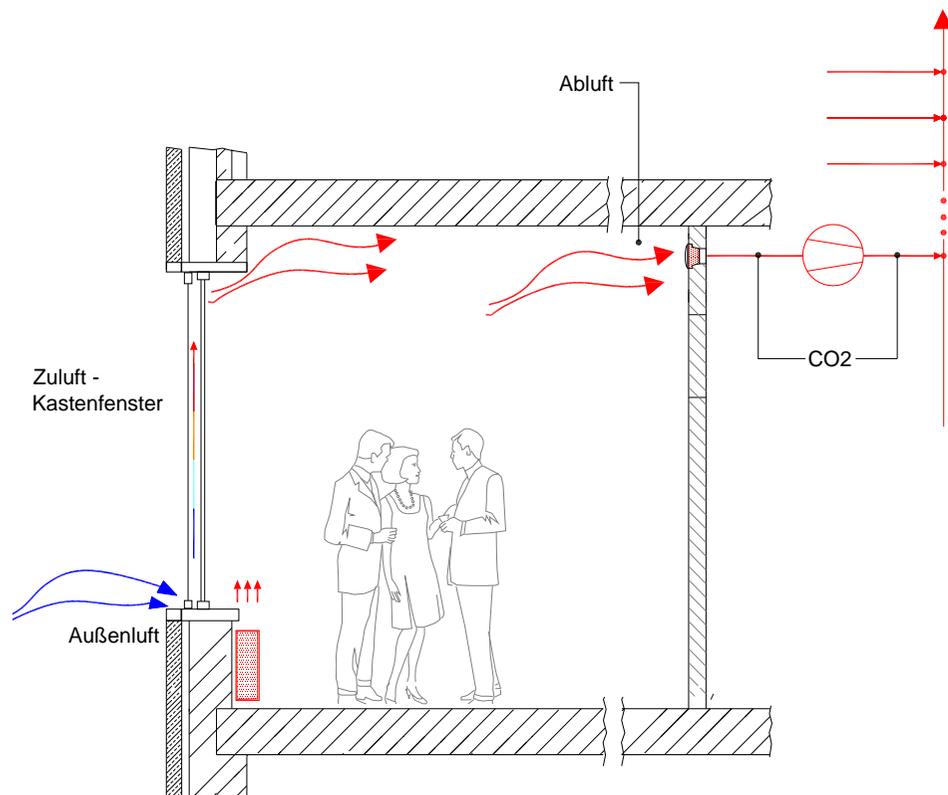
b) Mechanische Lüftungsanlage

Einordnung der Anlage in denkmalgeschütztes Gebäude? Investitions- und Betriebskosten?

LÖSUNG:

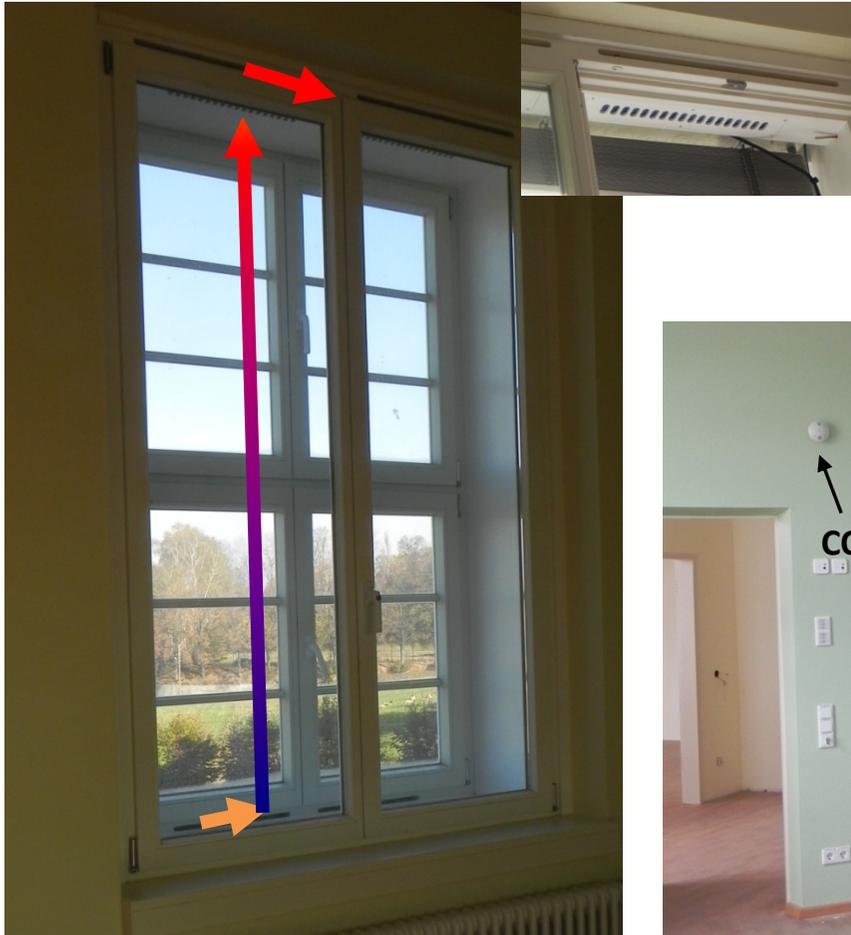
Reaktivieren des vorhandenen Abluftsystems durch Zuluft-Kastenfenster + bedarfsgeregelte Ablufführung

Lösung: Grundlüftung durch Zuluft-Kastenfenster + bedarfsgeregelte Abluftführung



- **Sichert Mindestraumlufthygiene**
- **Energiesparend** durch Verminderung des Transmissionswärmeverlustes im Fenster + **Bedarfsregelung**
- **Keinerlei Einschränkung** bei Fensternutzung (Fensteröffnen ist möglich + erwünscht!)
- **kostengünstig, robust, schulthauglich**

SANIERUNGSBAUSTEIN: BEDARFSGERECHTE LÜFTUNG



Zuluftkastenfenster

Luftführung zwischen den Verglasungsebenen
-> Luftvorwärmung



Abluftführung

Bedarfsabhängig entsprechend CO2-Gehalt der Raumluft

SANIERUNGSBAUSTEIN: BEDARFSGERECHTE LÜFTUNG



Bilder aus der Bauzeit

SANIERUNGSBAUSTEIN: BEDARFSGERECHTE LÜFTUNG



Bilder aus der Bauzeit

SANIERUNGSBAUSTEIN: BEDARFSGERECHTE LÜFTUNG



Ergebnis der Inbetriebnahme / des Intensivmonitorings:
Aufgrund von Materialversprödungen funktionsuntüchtige Rückschlagklappen
müssen getauscht werden!

SANIERUNGSBAUSTEIN: BEDARFSGERECHTE LÜFTUNG



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Neue Klappe aus glasfaserverstärktem Kunststoff
-> Funktioniert einwandfrei und dauerhaft!

SANIERUNGSBAUSTEIN: BEDARFSGERECHTE LÜFTUNG



Ertüchtigung der vorhandenen Schächte mit CO₂-geregelte Abluftgeräten (24 V Gleichstromventilatoren + Absperrklappe + Schalldämpfer)

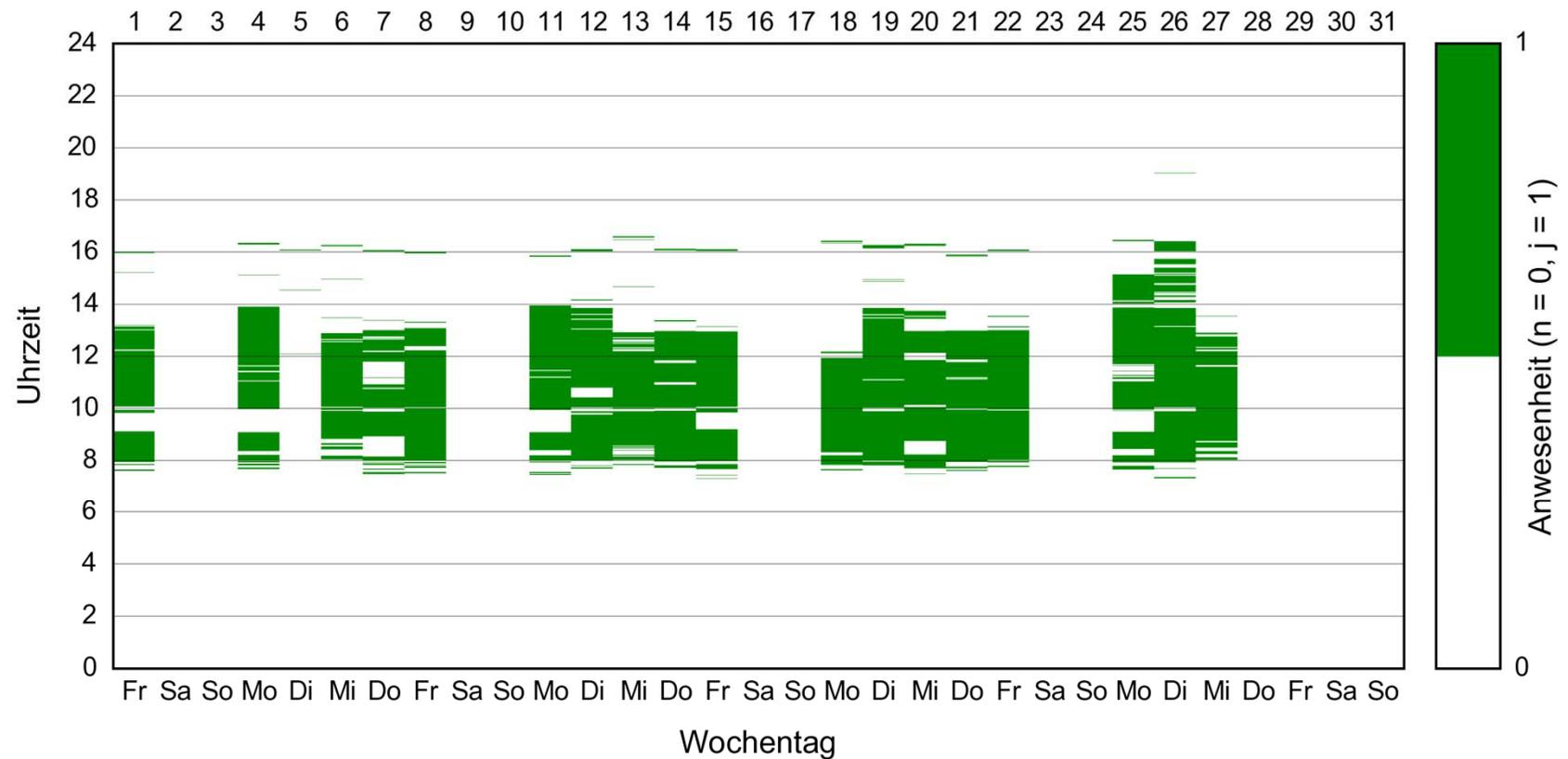


Inbetriebnahme bedarfsgeregelte Abluftanlage:

- Einregulierung der Volumenströme (Jumper) auf ca. 200 m³/h
- Kontrolle der Regelung durch Einbringen von CO₂ in den Raum

Monitoring Lüftungskonzept, Beispiel: Raum R314

Anwesenheit Raum R314 März 2013

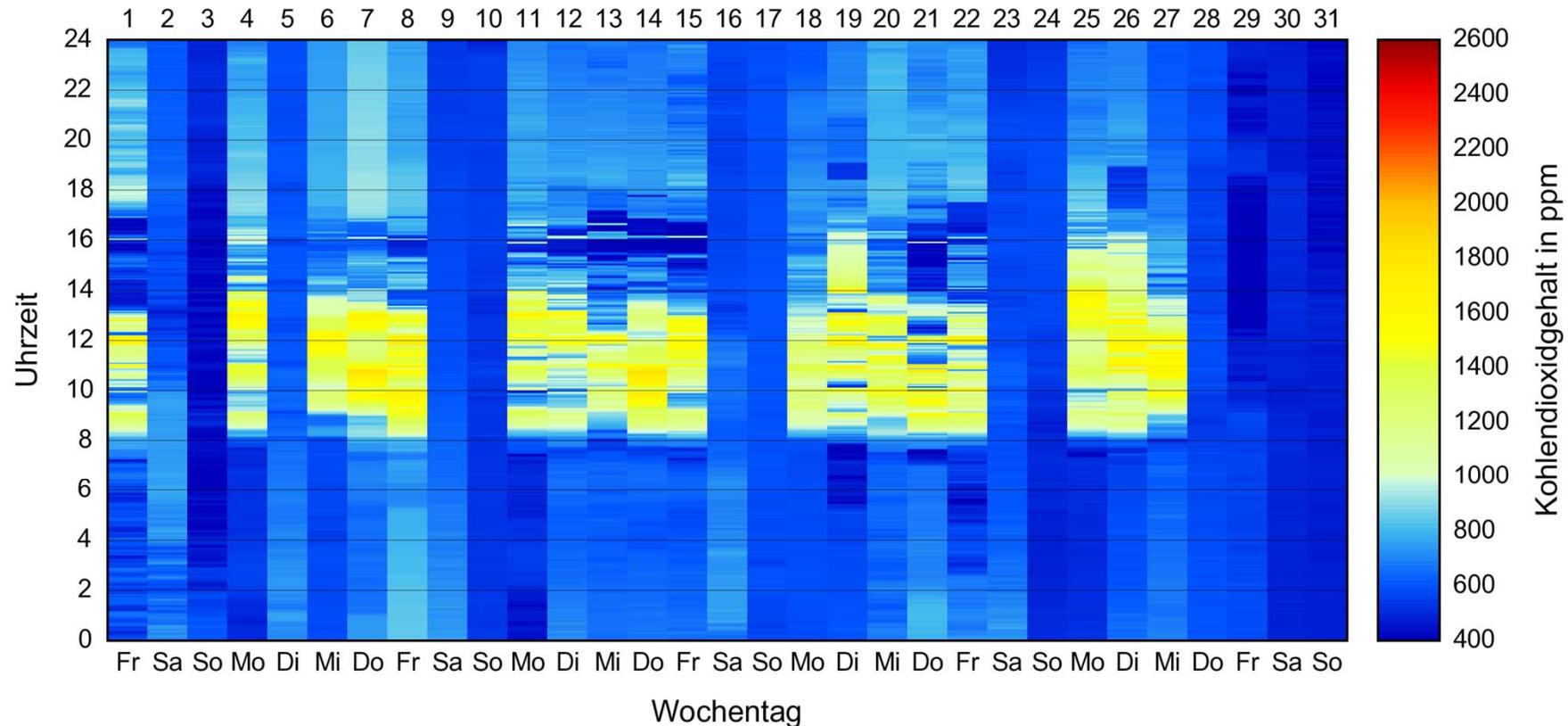


Nutzungszeiten des Raumes (entsprechend Signal des Präsenzsensors)



Monitoring Lüftungskonzept, Beispiel: Raum R314

Kohlendioxid Raum R314 März 2013



Kohlendioxidgehalt der Raumluft als Indikator für die Raumluftqualität

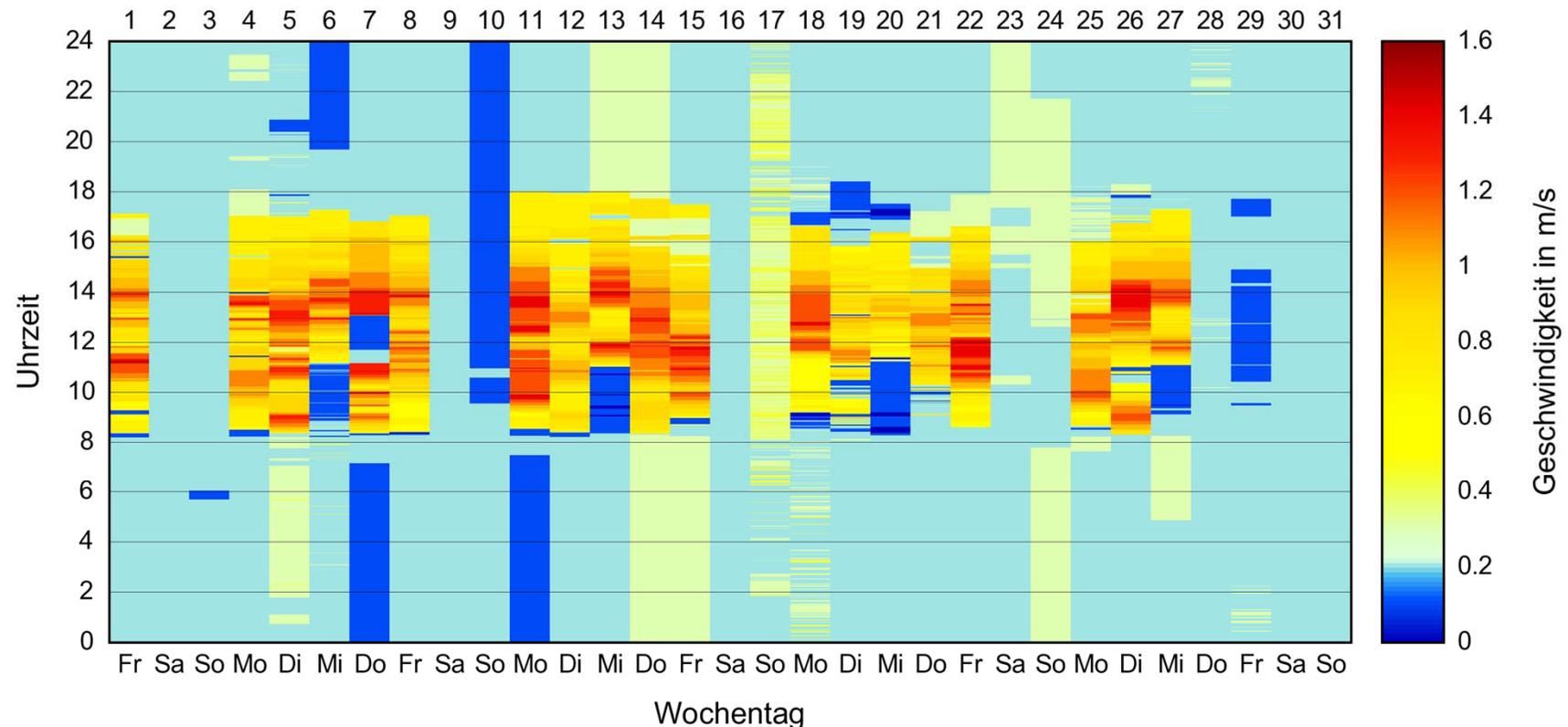
-> Raumluftqualität ist überwiegend „mittel“,

-> Situation ist gegenüber reiner Fensterlüftung deutlich besser,

-> Lüftungskonzept erfüllt die Erwartungen!

Monitoring Lüftungskonzept, Beispiel: Raum R314

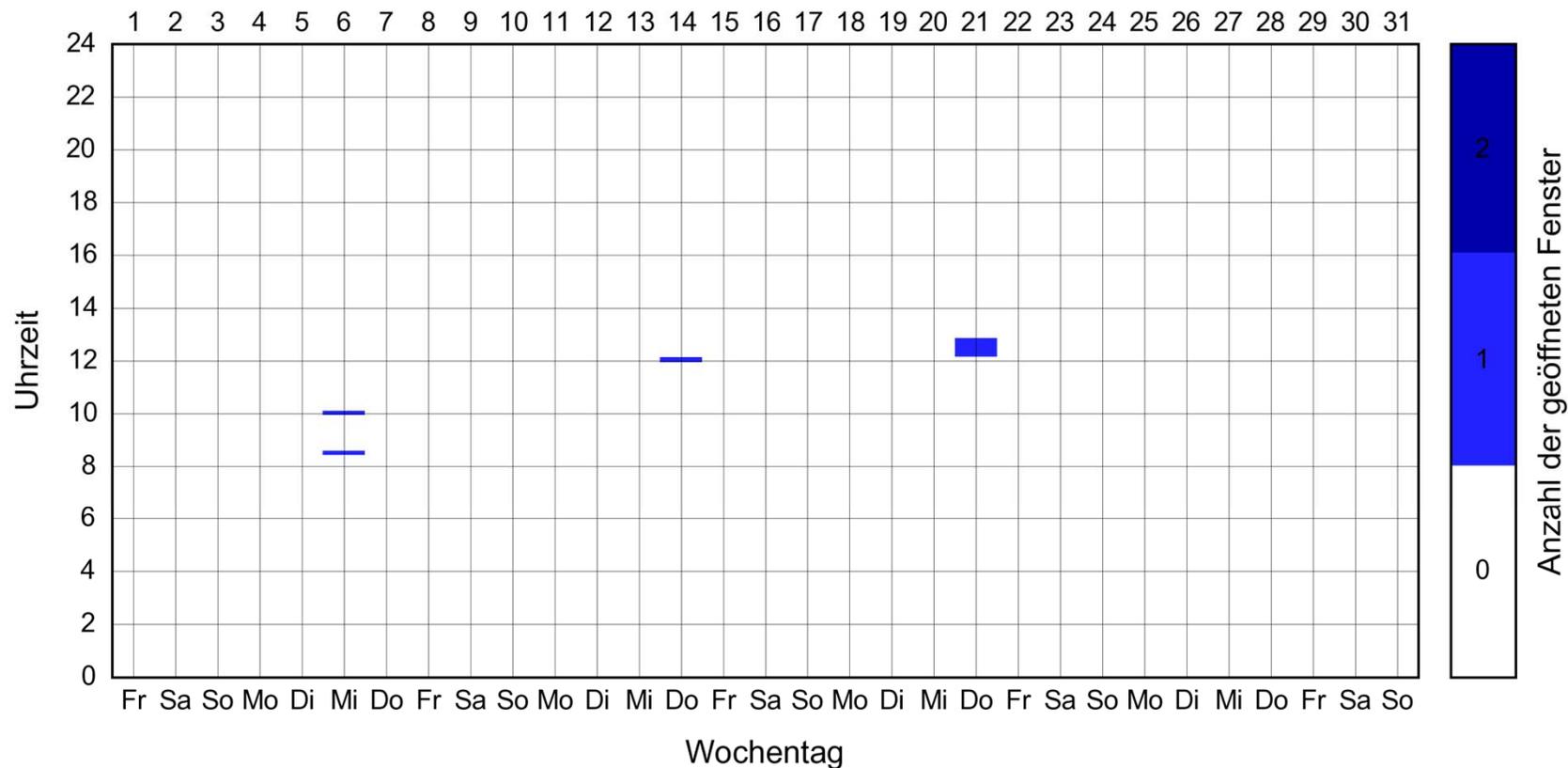
Strömungsgeschwindigkeit Abluftkanal Raum R314, März 2013



Strömungsgeschwindigkeit im Abluftschacht
-> Abluft wird bedarfsgerecht gefördert!

Monitoring Lüftungskonzept, Beispiel: Raum R314

Fensteröffnungen Raum R314 März 2013



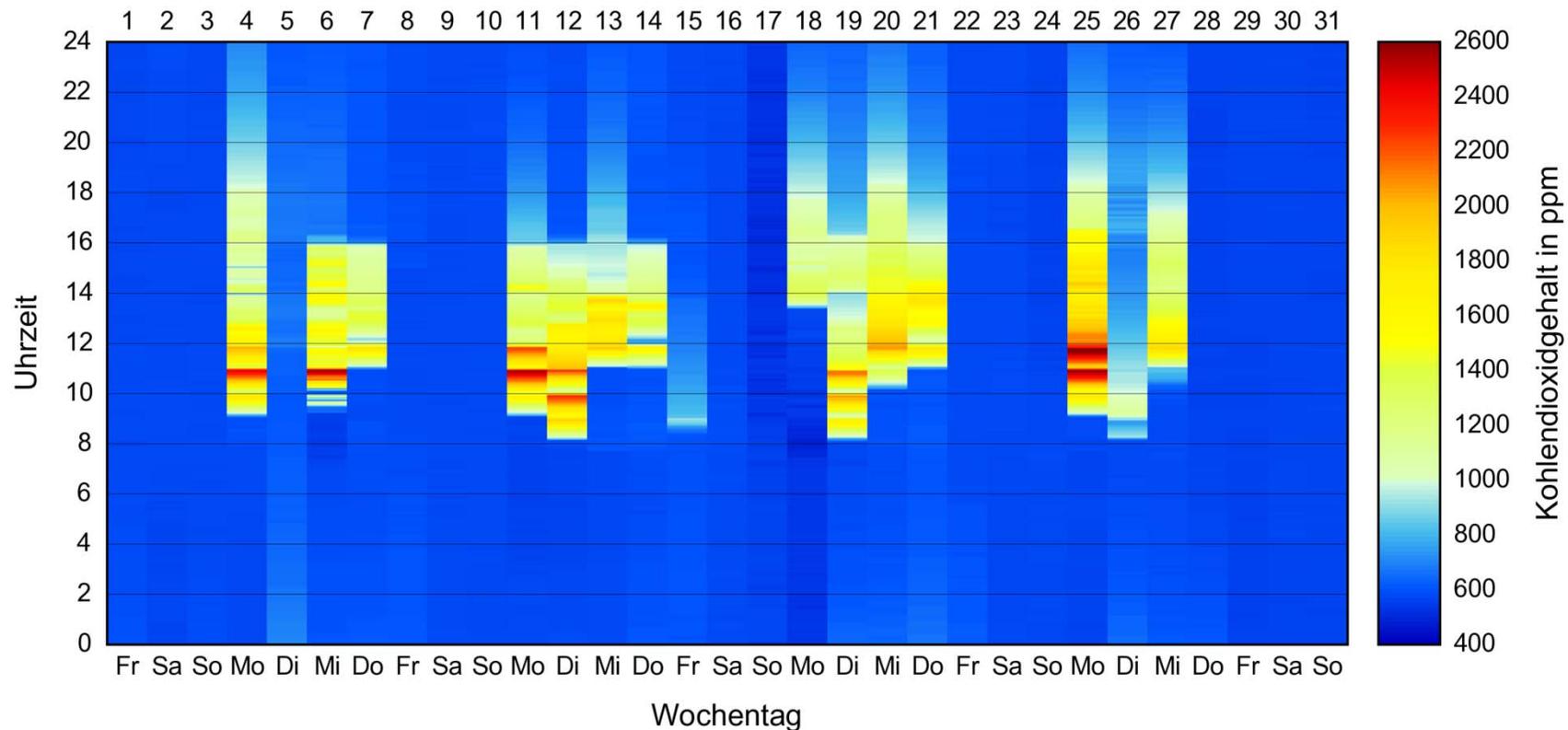
Fensteröffnungszeiten (Überwachung der Fenster mittels Kontaktschalter)

-> Fenster werden nur sporadisch geöffnet,

-> Raumluftqualität wird offenbar als ausreichend angesehen!

Monitoring Lüftungskonzept, Vergleichsraum R 121 (nur Fensterlüftung)

Kohlendioxid Raum R121 März 2013



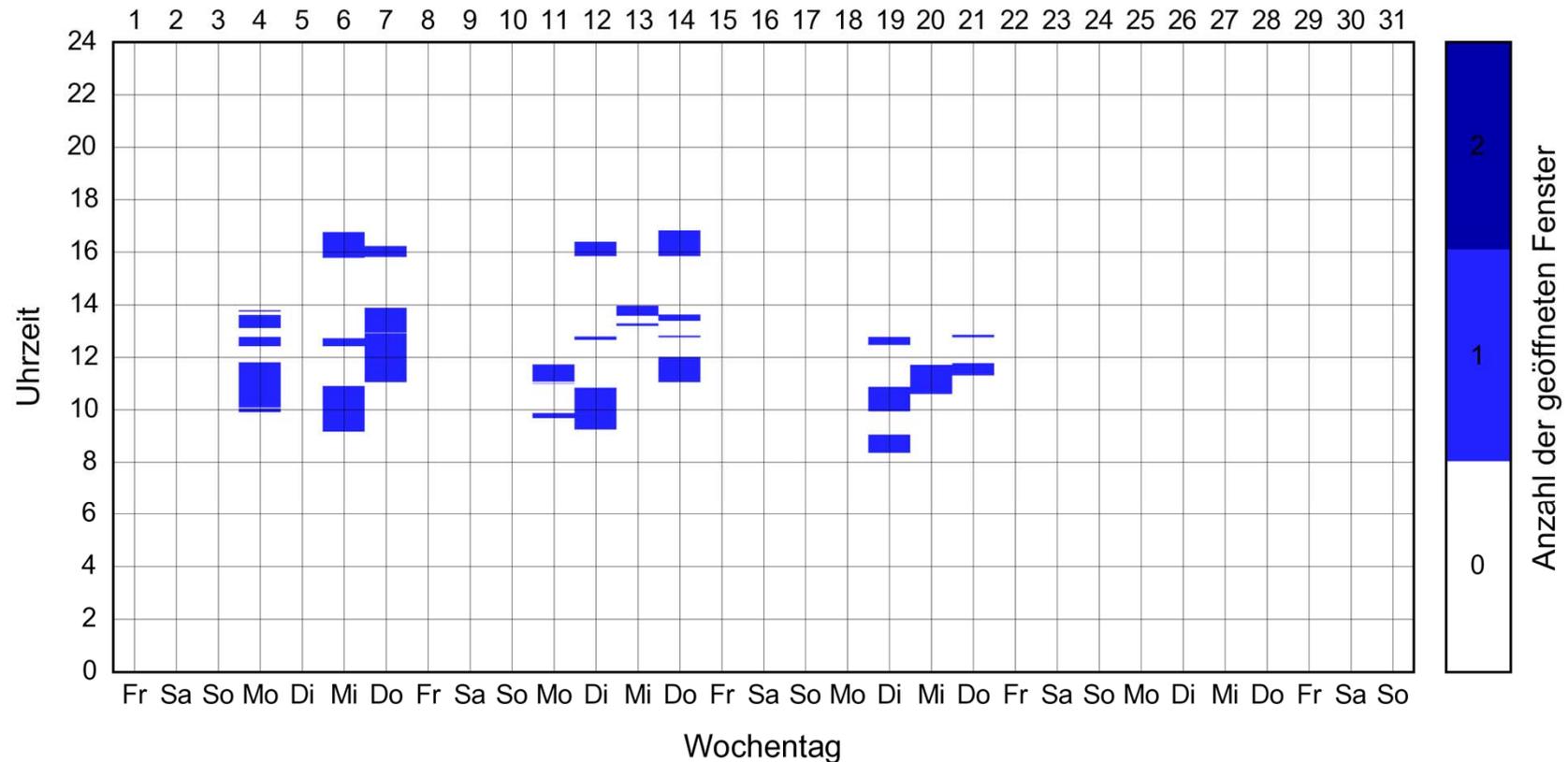
Kohlendioxidgehalt der Raumluft als Indikator für die Raumluftqualität

-> Raumluftqualität ist trotz Fensterlüftung zeitweise ausgesprochen schlecht!

-> Es gibt Tage, an denen trotz extrem schlechter Raumluftqualität das Fenster nicht geöffnet wird (vgl. Mo. 25.3.)!

Monitoring Lüftungskonzept, Vergleichsraum R 121 (nur Fensterlüftung)

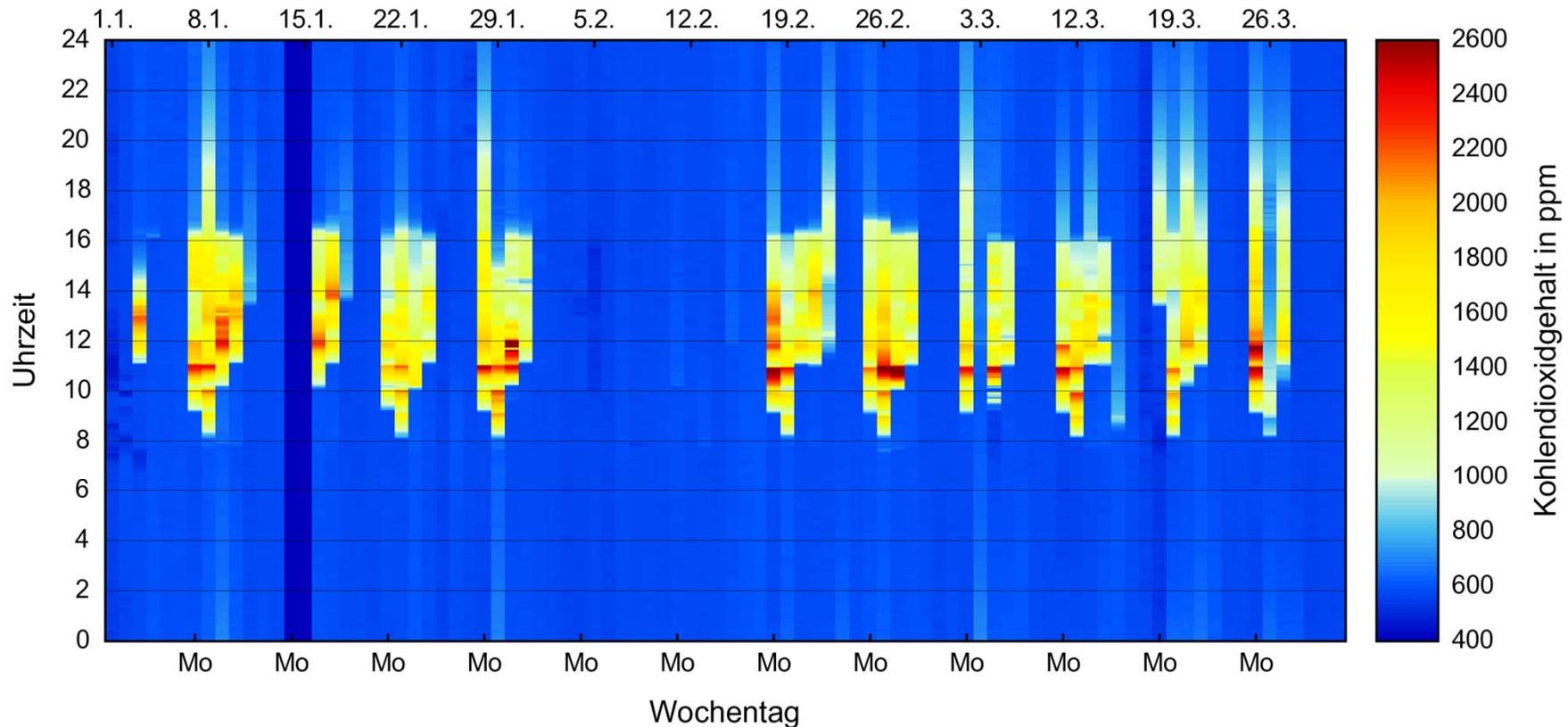
Fensteröffnungen Raum R121 März 2013



Fensteröffnungszeiten (Überwachung der Fenster mittels Kontaktschalter
 -> Fenster werden im Vergleich zu Raum R 314 deutlich häufiger geöffnet,
 -> Raumluftqualität wird offenbar nicht als ausreichend angesehen!

Monitoring Lüftungskonzept, Vergleichsraum R 121 (nur Fensterlüftung)

Kohlendioxid Raum R121: 1 Quartal 2013

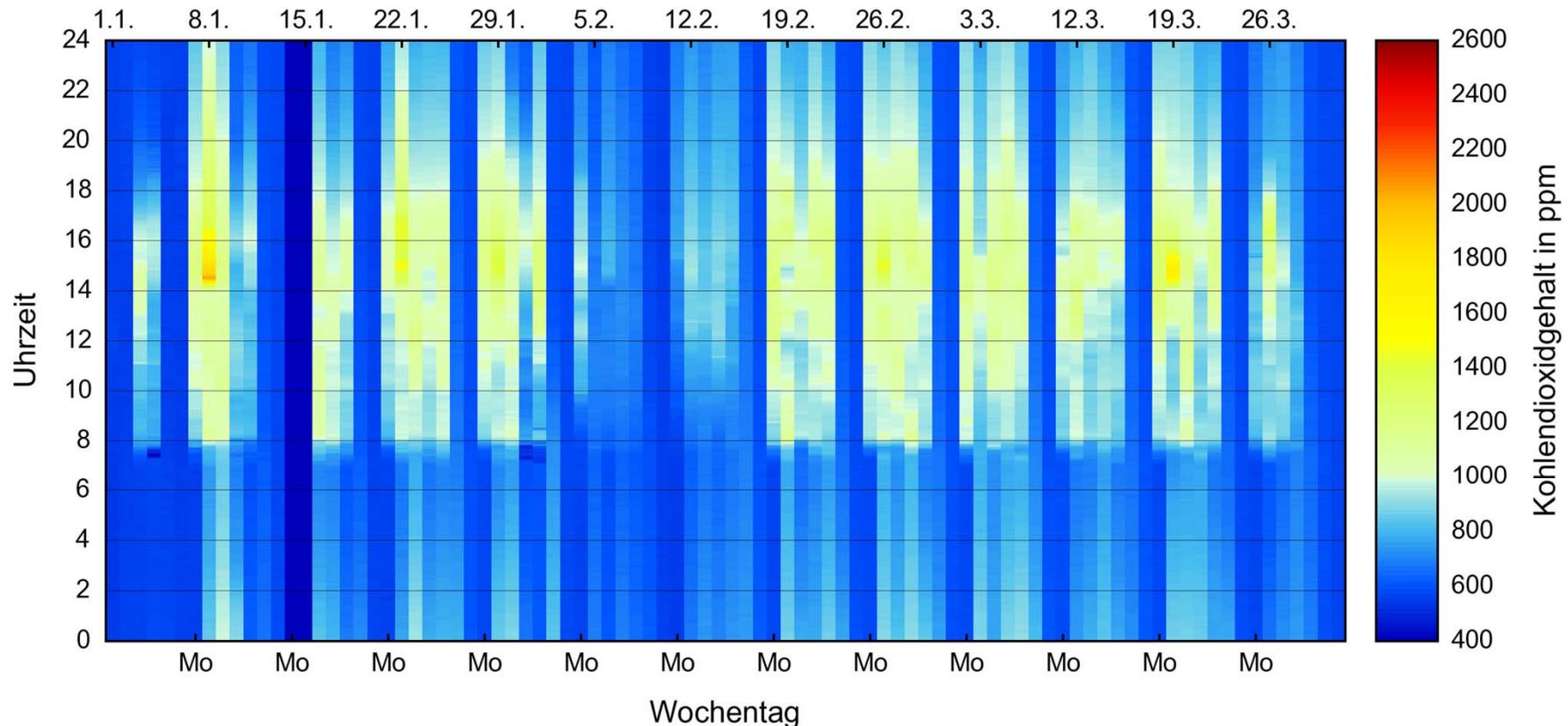


Kohlendioxidgehalt der Raumluft als Indikator für die Raumluftqualität

-> Beispiel für Klassenraum OHNE Grundlüftung; Auswertung 1. Quartal 2013; Raum R121

Monitoring Lüftungskonzept: Raumluftqualität bei funktionierender Grundlüftung

Kohlendioxid Raum R208: 1 Quartal 2013



Kohlendioxidgehalt der Raumluft als Indikator für die Raumluftqualität

-> Beispiel für funktionstüchtige Grundlüftung; Auswertung 1. Quartal 2013; Raum R208

Kontrolle der Raumluftqualität durch VOC+Formaldehydmessung



Messergebnis Raum R211

	Ohne Grundlüftung	Mit Grundlüftung
TVOC	1011,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	174,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Formaldehyd	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

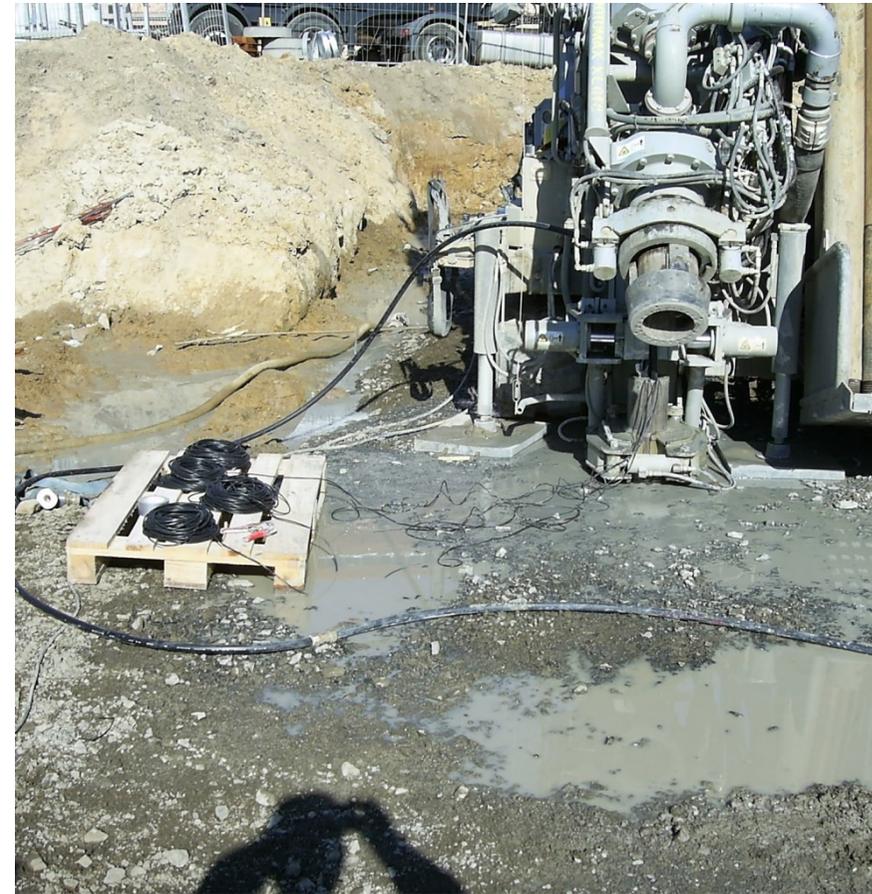
FAZIT:

Eine Grundlüftung reduziert die Schadstoffbelastung der Raumluft deutlich!

EMPFEHLUNG:

Bei „nachhaltigem“ Neubau oder Sanierung **GRUNDSÄTZLICH** Raumluftqualität durch Messung VOC + Formaldehyd prüfen (vgl. Steckbriefe „Nachhaltiges Bauen“, 3.1.3)

SANIERUNGSBAUSTEIN: ENERGIEEFF. WÄRMEBEREITSTELLUNG



Bohrungen für Erdwärmenutzung (incl. Einbringung Messstellen)

SANIERUNGSBAUSTEIN: ENERGIEEFF. WÄRMEBEREITSTELLUNG



Erdarbeiten auf dem Bohrfeld



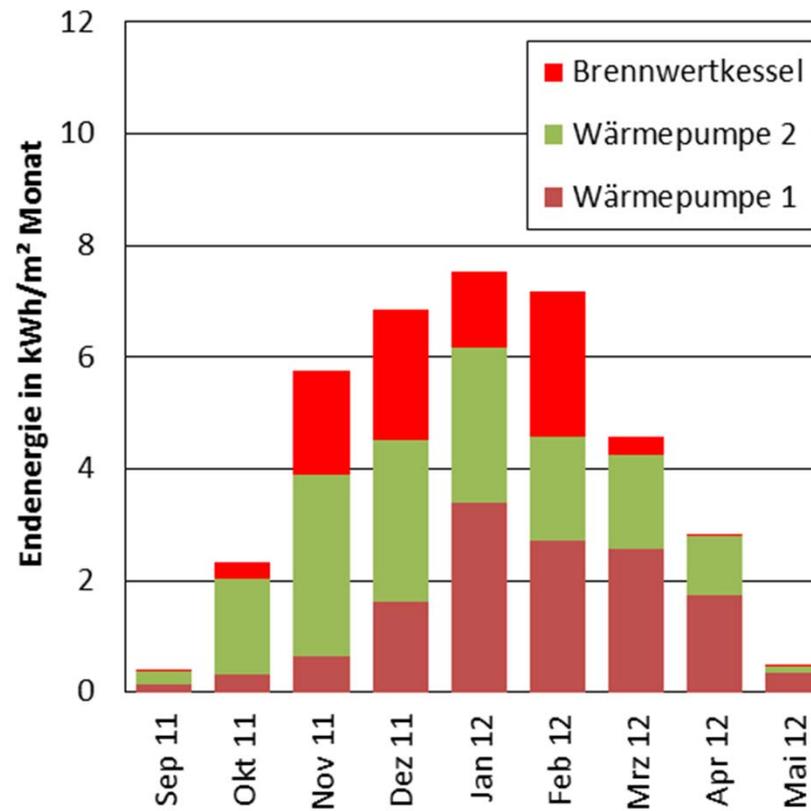
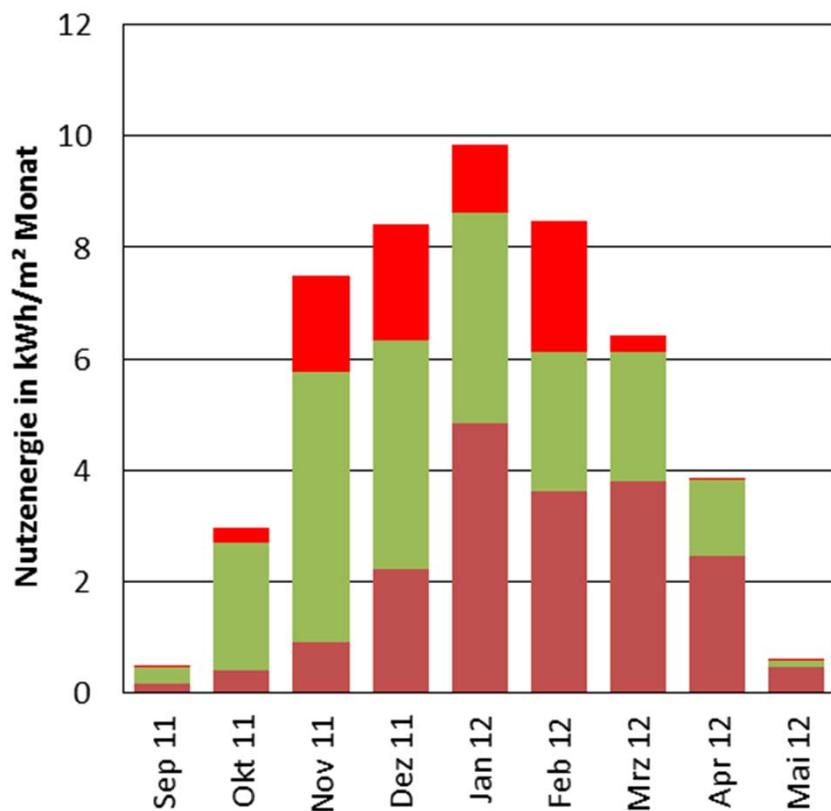
Erdarbeiten auf dem Bohrfeld



Monitoring Gas-Absorptionswärmepumpen

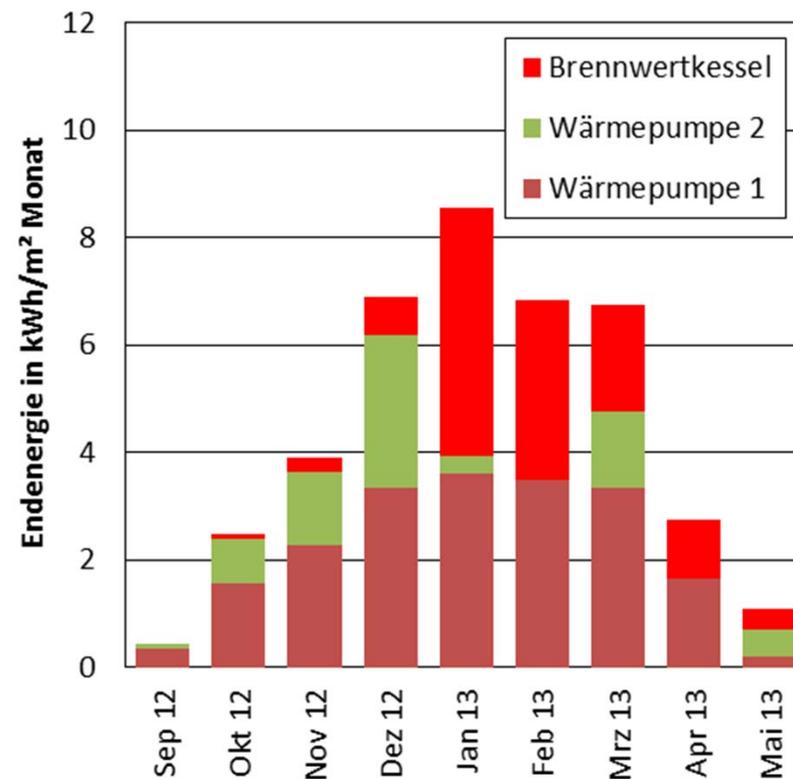
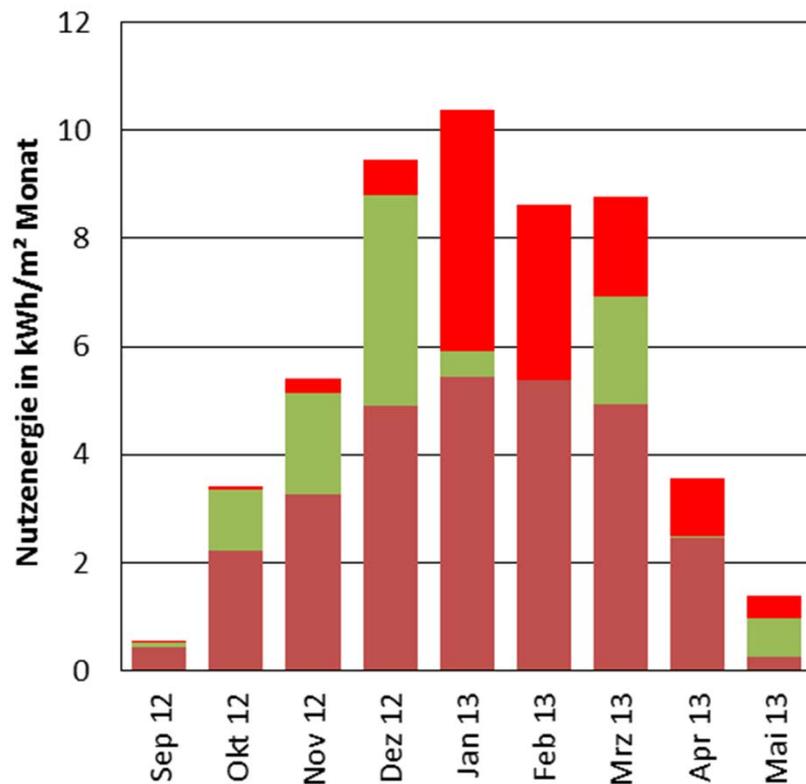
- Erhebliche Herausforderung ist die regelungstechnische Einbindung;
- Einhaltung Mindestumlaufwasserstrom durch hydraulische Weichen/Speicher hat sich bewährt;
- keine wesentlichen Probleme in 2-jähriger Monitoringperiode, allerdings:
 - anfänglicher Ausfall einer Wärmepumpe durch werksseitig fehlerhafte Verdrahtung!
 - Kurzzeitiger Ausfall einer Wärmepumpe durch fehlerhaften geräteinternen Kondensatablauf
 - Kurzzeitiger Ausfall einer WP durch Kondensatorschaden

Monitoring Energieeffiziente Wärmebereitstellung



Ergebnisse aus der ersten Heizperiode, Bezug: beheizte Fläche

Monitoring Energieeffiziente Wärmebereitstellung



Ergebnisse aus der zweiten Heizperiode, Bezug: beheizte Fläche

Die Wärmepumpenanlage liefert einen entscheidenden Beitrag zur Reduzierung des Primärenergieverbrauchs!



Monitoring Energieeffiziente Wärmebereitstellung

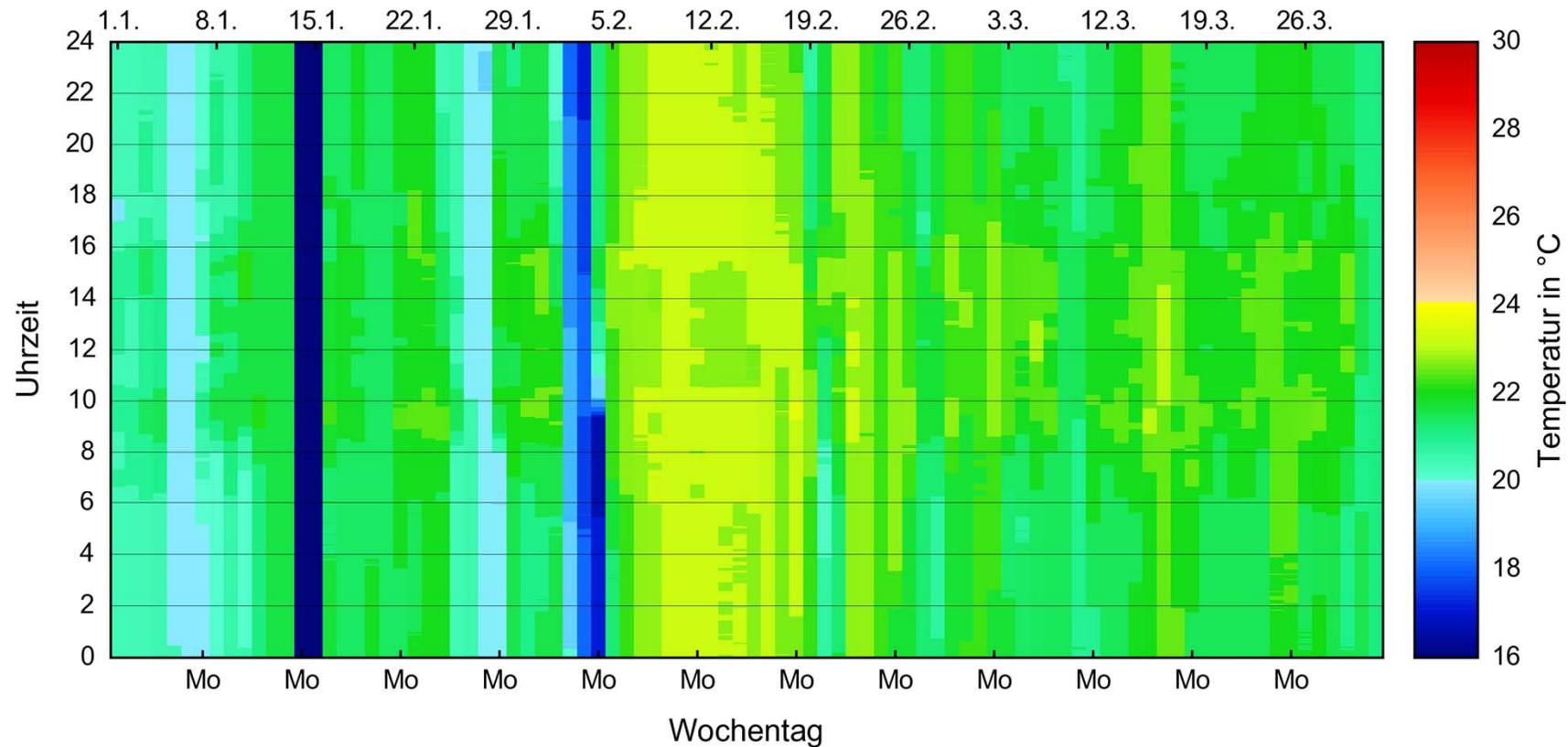
$\eta_a = Q_n/Q_e$	Brennwertkessel	Wärmepumpe 1	Wärmepumpe 2
10/2012	-	1,42	1,36
11/2012	-	1,44	1,36
12/2012	0,90	1,46	1,39
01/2013	0,97	1,51	-
02/2013	0,97	1,54	-
03/2013	0,95	1,47	1,40
04/2013	0,98	1,49	-

Nutzungsgrad = Nutzungsgrad / Endenergie (Hu-bezogen)

Die Wärmepumpenanlage liefert einen entscheidenden Beitrag zur Reduzierung des Primärenergieverbrauchs!

Monitoring Energieverbrauch: Raumtemperaturen

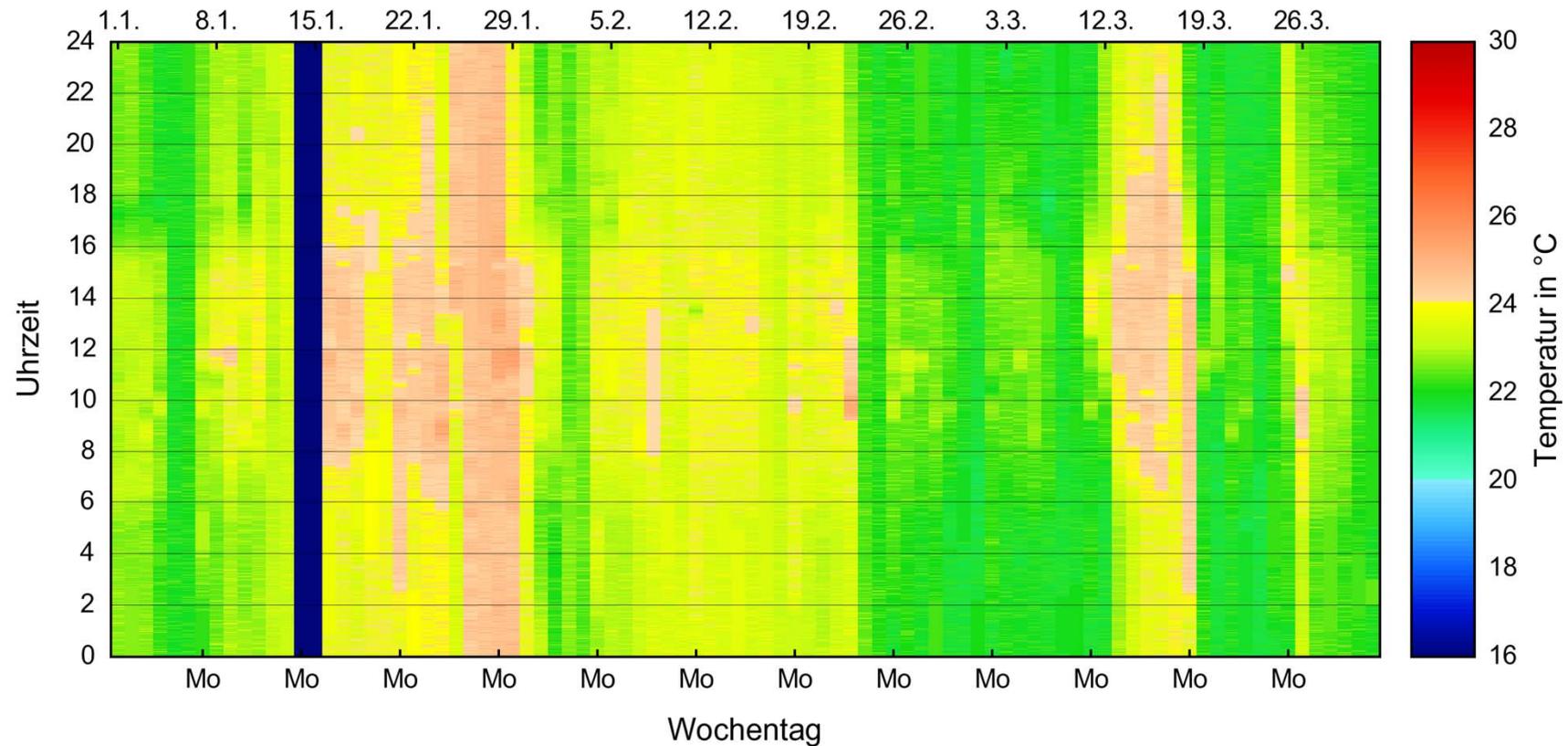
Temperatur R404: 1. Quartal 2013



Raumtemperatur im Bereich 23 .. 24 °C,
keine Temperaturabsenkung während der Ferien (5.2. – 18.2.!))

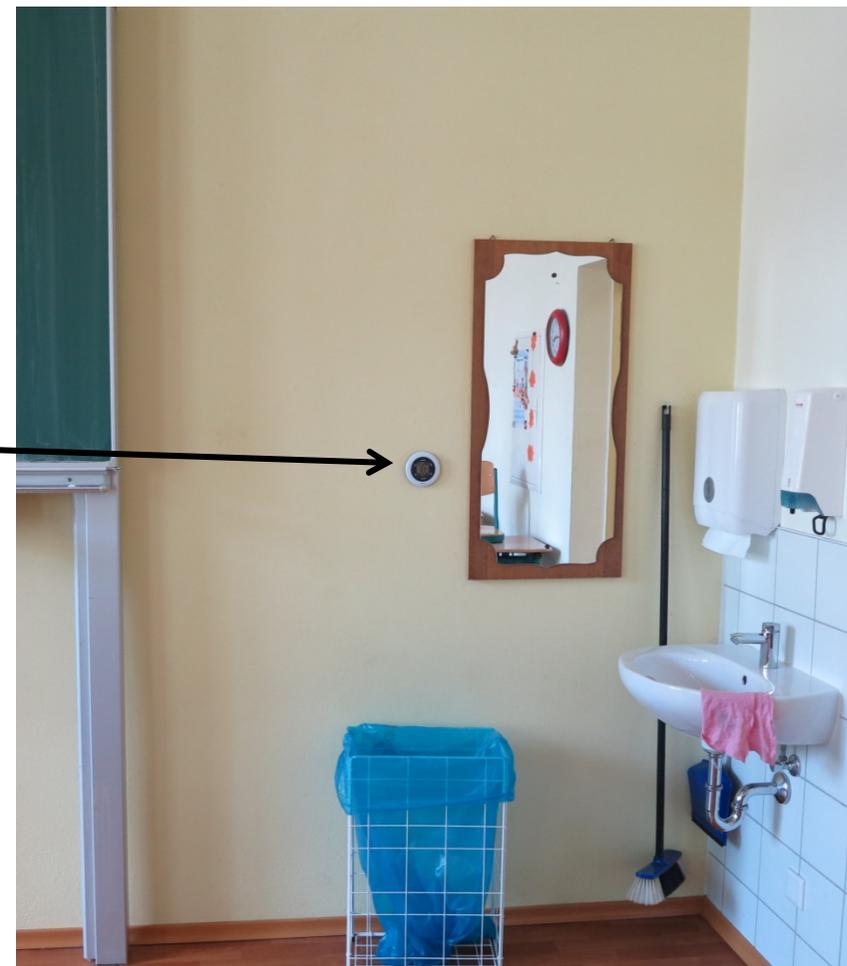
Monitoring Energieverbrauch: Raumtemperaturen

Temperatur R107: 1. Quartal 2013



Raumtemperatur z.T. über 24 °C!
keine Temperaturabsenkung während der Ferien (5.2. – 18.2.!)

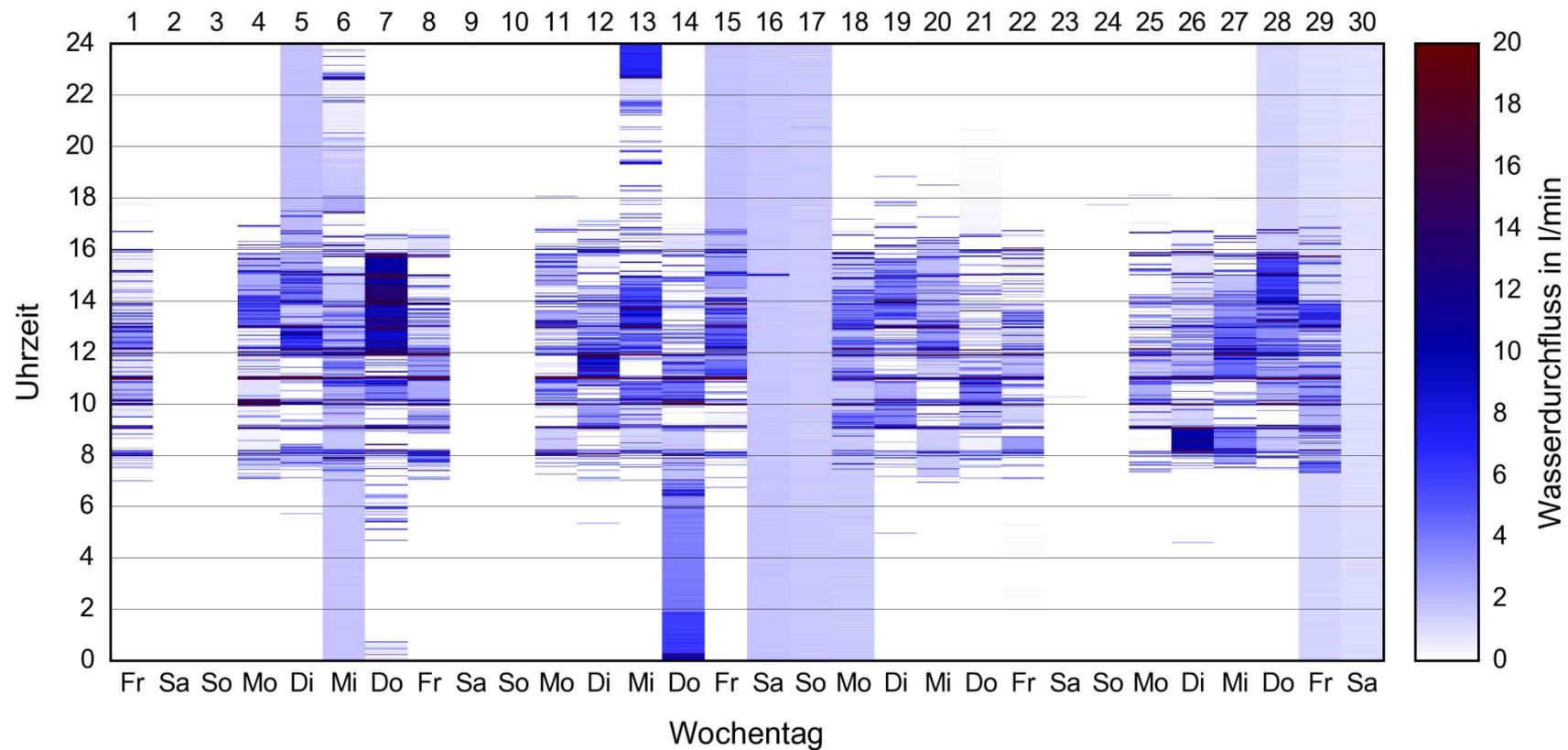
Monitoring Energieverbrauch: Raumtemperaturen



Aktivierung der Schüler/Schülerinnen
durch Visualisierung der Raumtemperatur +
Information in Lehrerkonferenz!

Monitoring Trinkwasserverbrauch

Wasserverbrauch Schulgebäude Juni 2012



Wie gelingt die Aktivierung der Hausmeister ?

ERGEBNISSE DES MONITORINGS (AUSWAHL)

- Schule Olbersdorf ist seit 1.2.2011 ohne relevante Funktionseinschränkungen in Betrieb;
- das Konzept ventilatorgestützte Grundlüftung mit Zuluftführung über Zuluftkastenfenster + bedarfsabhängige Fensterlüftung hat sich bewährt;
- die Gas-Absorptionswärmepumpen vermindern den Endenergieverbrauch wirksam, sind jedoch hinsichtlich der Zuverlässigkeit entwicklungsfähig;
- die Raumtemperaturen sind nahezu durchgängig im Bereich 22 .. 24 °C, aktive Mitwirkung der Lehrer / Lehrerinnen + Schüler / Schülerinnen zur Verminderung der Raumtemperaturen ist implementiert;
- weitere Sanierungsbausteine wie eine tageslichtabhängige Ergänzungsbeleuchtung, Verbesserung der Tageslichtsituation durch Lichtschächte können als nachahmenswert unbedingt empfohlen werden;
- die mit der energetischen Sanierung avisierten Ziele werden weitestgehend erreicht.