

28. Oktober 2018

Abschlussbericht

Einfluss verschiedener Lüftungsarten auf die Luftqualität in einem Büro

Auftraggeber

Stiftung Baubiologie-Architektur-Umweltmedizin BAU

Auftragnehmer

Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN

Messungen und Befragungen in Zusammenarbeit mit

Armin Rebernick, Baubiologischer Messtechniker IBN, Feldkirchen/Österreich

Zusammenfassung

Durchführung von Messungen entsprechend dem Standard der Baubiologischen Messtechnik (SBM) in Büroräumen des IBN incl. Befragung der Mitarbeiter.

Die Luftqualität soll vorrangig anhand der Kohlendioxidkonzentration in der Atemluft ermittelt werden und zwar in Abhängigkeit von der Anzahl der Menschen im Raum. Ergänzend werden folgende messbare bzw. subjektiv wahrnehmbare Parameter erfasst (s.W. = subjektive Wahrnehmung):

- Raumtemperatur
- Relative Luftfeuchtigkeit
- Zugserscheinungen (s.W.)
- Geruch (s.W.)
- Behaglichkeit insgesamt (s.W.)
- Außengeräusche (s.W.)

Die Ergebnisse sollen als Basis für Öffentlichkeitsarbeit zum Thema „Lüftungs- und Heizverhalten bzgl. Luftqualität und Energieverbrauch optimieren“ dienen.

■ Einfluss verschiedener Lüftungsarten auf die Luftqualität

CO₂ (Kohlenstoffdioxid) gilt als Leitparameter* der Raumlufqualität und kann in Innenräumen besonders bei Aufenthalt mehrerer Personen Werte erreichen, die unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden beeinträchtigen. Richtiges Lüften ist also wichtig, um überschüssiges CO₂ aus den Innenräumen zu entfernen. Um den Einfluss verschiedener Lüftungsarten auf die CO₂-Raumlufkonzentration und das Wohlbefinden der Mitarbeiter zu erfassen, wurden im neuen Gebäude des Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN Messungen und Befragungen durchgeführt.

■ Randbedingungen der Messungen

Das IBN-Gebäude wurde 2014 in Passivhausbauweise mit einem n₅₀-Wert** von 0,6 gebaut. Untersucht wurden folgende zwei Büroräume im Obergeschoss:

- Hauptbüro: ca. 78 m², 205 m³, Raumhöhe ca. 2,6 m, beidseitig kipp- und öffnbar Fenster, i.d.R. 3-5 Mitarbeiter.
- Einzelbüro: ca. 15 m², ca. 38 m³, Raumhöhe ca. 2,5 m, 1 kipp- und öffnbar Fenster im Osten, i.d.R. 1 Mitarbeiter.

Diese Büros können anstatt oder zusätzlich zur Fensterlüftung über eine zentrale CO₂-gesteuerte Lüftungsanlage mit den 3 wählbaren Ventilator-Drehzahlen bzw. Lüftungsstufen „Minimum“, „Normal“ und „Maximal“ gelüftet werden (höchster Luftvolumenstrom 302 m³/h). Wird eine CO₂-Konzentration von 800 ppm überschritten (vor Ort durchgeführte Voreinstellung), schaltet die Lüftungsanlage automatisch in die nächsthöhere Lüftungsstufe. Im ausgeschalteten Zustand schaltet sich die Lüftungsanlage automatisch ein, wenn 1.000 ppm überschritten werden.

Die Messungen erfolgten nicht nach streng wissenschaftlichen Kriterien, sondern wurden als Feldversuch unter alltäglichen Nutzungsbedingungen mit wechselnden Außenklimaverhältnissen und leicht fluktuierender Anwesenheit von Mitarbeitern (Bewegung in den Räumen) durchgeführt.

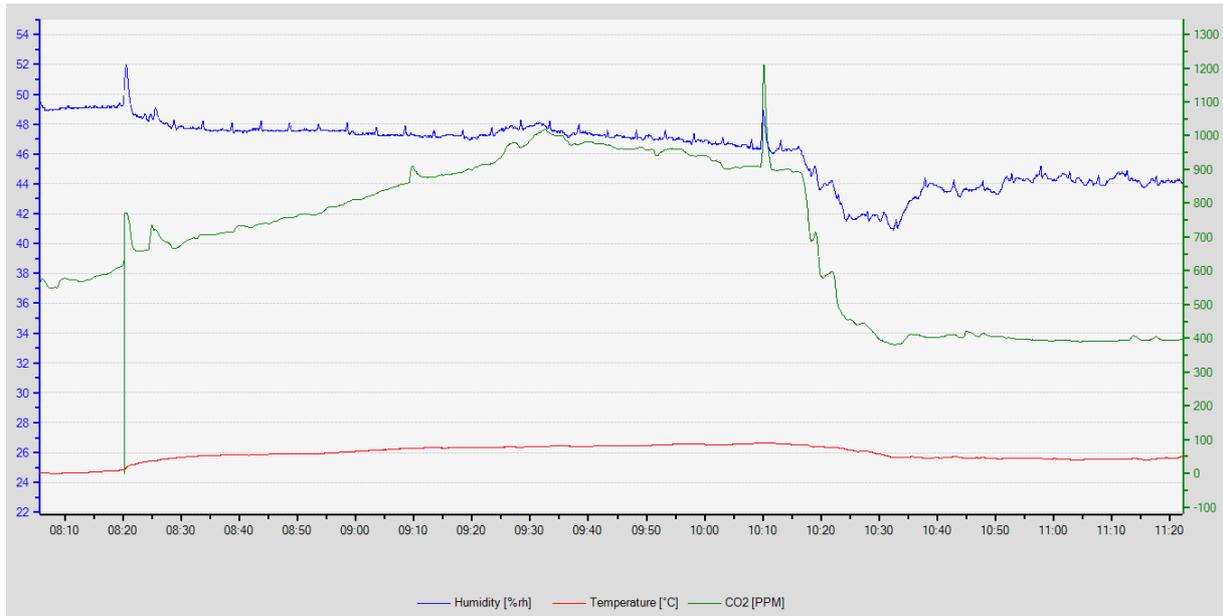
Ergänzend wurden subjektive Wahrnehmungen der anwesenden Mitarbeiter wie Temperaturempfinden, Geruch, Behaglichkeit und Geräusche (Außengeräusche bei gekippten oder geöffneten Fenstern bzw. Geräusche der Lüftungsanlage bei geschlossenen Fenstern) erfasst. Die Befragungen fanden direkt nach Beendigung der Messungen statt und sollen ein Gesamtbild der Messsituation wiedergeben.

Die Messungen erfolgten Anfang September. Für diese Jahreszeit war das Wetter überdurchschnittlich sonnig und warm: ca. bis ca. 28 °C, relative Luftfeuchte ca. 35 - 75 %, kein Wind. Zur Durchführung der CO₂-Messungen war es zudem häufig nötig, die Fenster zu schließen und die Lüftungsanlage auszuschalten. Dies und v.a. die daraus resultierenden hohen Innentemperaturen beeinflussten das Wohlbefinden der Mitarbeiter negativ.

■ Messungen Hauptbüro

Lüftungssituation 1

Alle Fenster geschlossen, Lüftungsanlage aus, 3-4 Mitarbeiter



Messergebnisse

CO₂ = 580 - 1.050 ppm ansteigend (vgl. Resümee!)

23 - 26,5 °C / 41 - 52 % rel. Luftfeuchte

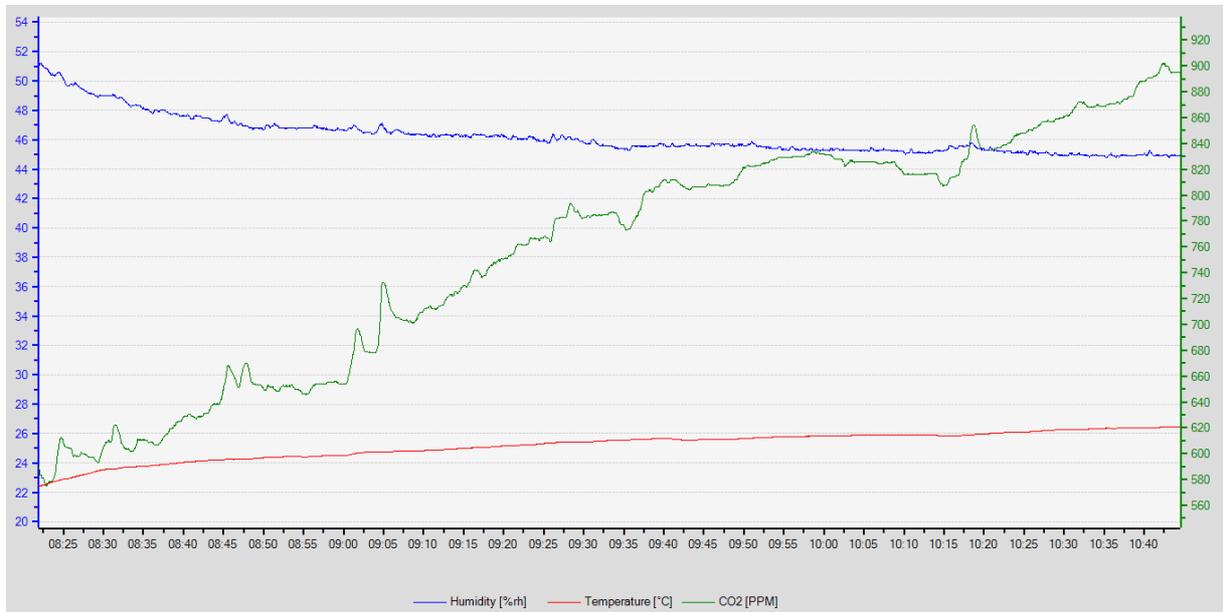
Rückmeldungen von Mitarbeitern: 3 x warm / 2 x leicht stickig, 1 x stickig / 1 x angenehm, 1 x behaglich, 1 x unbehaglich / Außengeräusche 2 x leise, 1 x gut.

Resümee

Bei geschlossenen Fenstern steigt die CO₂-Konzentration trotz dem vorhandenen großen Luftvolumen (ca. 78 m²) zügig an. Bei 1.000 ppm schaltet sich die Lüftungsanlage automatisch ein. Danach sinkt die CO₂-Konzentration schnell. Der kurzzeitige Spitzenwert von 1.200 ppm um 10:10 Uhr ergab sich durch die Atemluft eines Mitarbeiters beim Inspizieren des Messgerätes.

Lüftungssituation 2

Fenster einseitig gekippt, Lüftungsanlage aus, 2 Mitarbeiter ab 8:30, 3 ab 8:47, 5 ab 9:15.



Messergebnisse

CO₂ = 580 - 900 ppm ansteigend / 22,5 - 26 °C / 45 - 51 % rel. Luftfeuchte

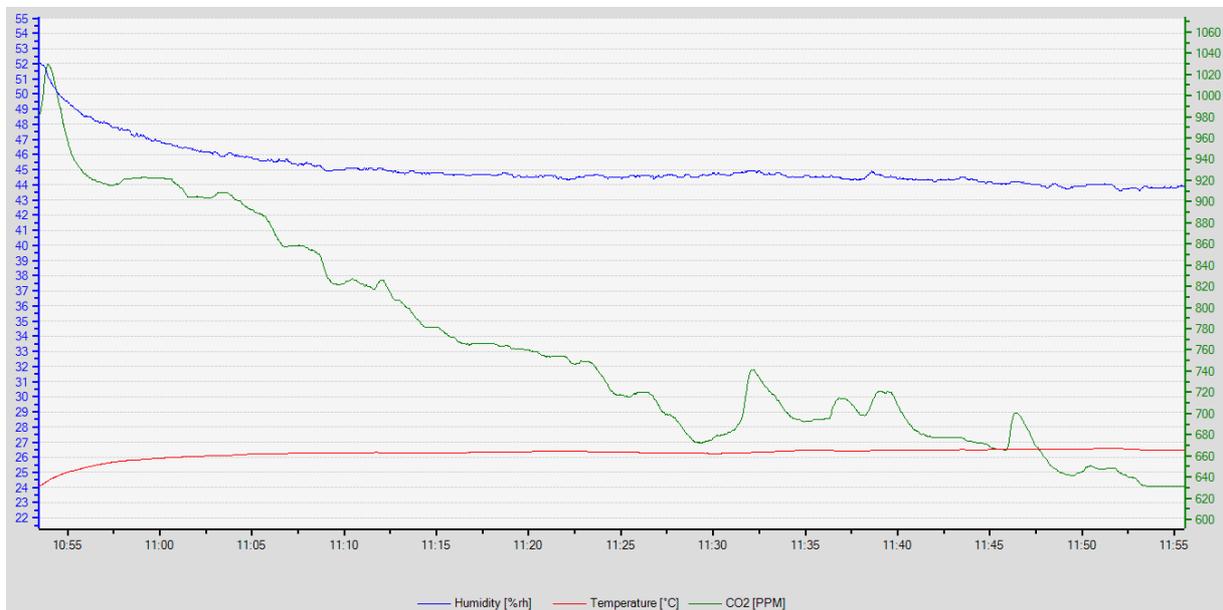
Rückmeldungen von Mitarbeitern: 1 x o.k. / 1 x Luftwechsel wäre angenehm / 2 x leicht unbehaglich / 1 x zu warm

Resümee

Trotz einseitig gekippter Fenster steigt die CO₂-Konzentration zügig an, wenn auch nicht so schnell, wie bei geschlossenen Fenstern.

Lüftungssituation 3

Nach Erreichen von rund 1.000 ppm von Messung 2 Fenster beidseitig gekippt (Ost- und Westseite), Lüftungsanlage aus, 4 Mitarbeiter



Messergebnisse

CO₂ = 1.030 - 630 ppm fallend / 24 - 26,5 °C / 45 - 52 % rel. Luftfeuchte

Rückmeldungen von Mitarbeitern

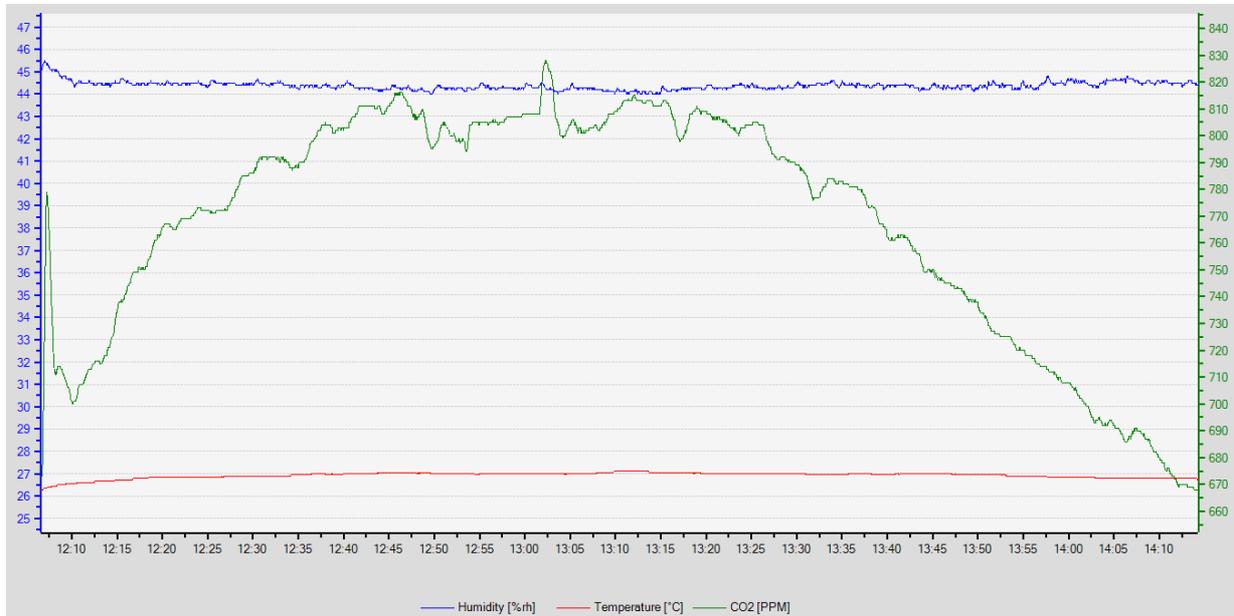
2 x besser / 2 x angenehmer / 1 x deutlich angenehmer / 1 x Zugluft o.k. /
Außengeräusche stören (Straße)

Resümee

Nach dem Öffnen der gegenüber liegenden Fenster (= Querlüftung) sinkt die CO₂-Konzentration zügig, was von allen befragten Mitarbeitern als deutliche Verbesserung wahrgenommen wird.

Lüftungssituation 4

Fenster geschlossen, Lüftungsanlage Stufe 1 „Minimum“, 4 Mitarbeiter bis 12:30, danach 3, ab 13:00 keiner (Mittagspause)



Messergebnisse

CO₂ = 700 - 828 ppm steigend / 26,3 - 27,0 °C / 45 - 45 % rel. Luftfeuchte

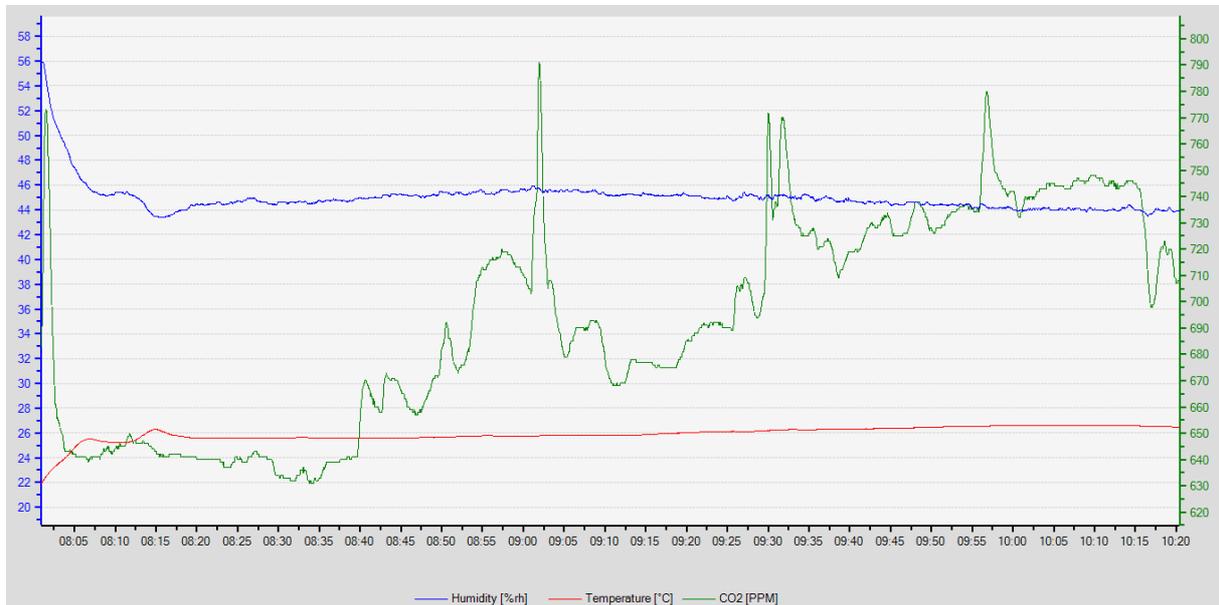
Eine Befragung der subjektiven Wahrnehmungen fand nicht statt.

Resümee

Die Lüftungsstufe 1 „Minimum“ dient nach Angaben des Lüftungsanlagen-Anbieters lediglich als Grundlüftung bei Abwesenheit. Die Messungen bestätigen dies. Immerhin wurde der vom IBN gewünschte maximale CO₂-Wert von 800 ppm nur knapp überschritten. Auffällig sind die konstanten Lufttemperatur und Luftfeuchtwerte.

Lüftungssituation 5

Fenster geschlossen, Lüftungsanlage Stufe 2 „Normal“, 4 Mitarbeiter ab 9:00



Messergebnisse

CO₂ = 630 - 750 ppm / 22 - 26,5 °C / 44 - 56 % rel. Luftfeuchte.

Rückmeldungen von Mitarbeitern

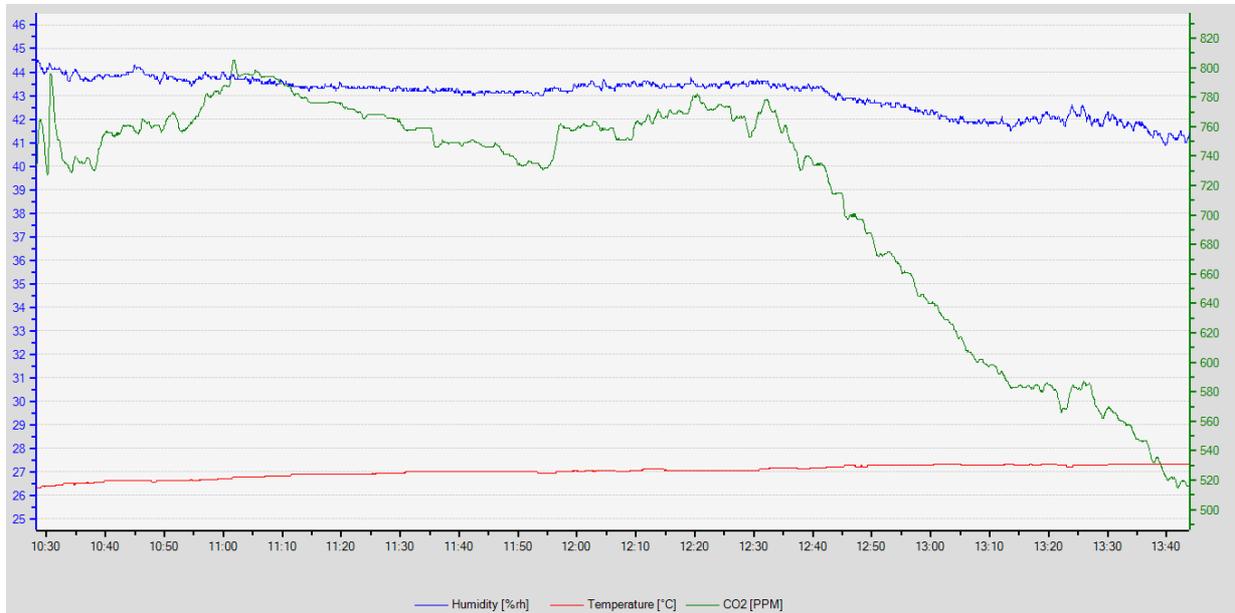
2 x zu warm / 1 x behaglich / 1 x besser, als bei Lüftungsanlage Stufe 1, dennoch würde ich gerne Fenster aufmachen / Lüftungsgeräusche: 2 x wahrnehmbar, aber noch nicht störend

Resümee

Die Lüftungsanlage im IBN läuft die meiste Zeit des Jahres auf Stufe 2 „Normal“. Damit wird der vom IBN gewünschte CO₂-Zielwert von 800 ppm nur selten überschritten. Dennoch wird gerne zusätzlich 1 bis 3 x pro Tag bei ganz geöffneten Fenstern kurz quergelüftet. Die kurzzeitigen Spitzenwerte bis 790 ppm ergaben sich durch die Atemluft von Mitarbeitern bei Inspizieren des Messgerätes.

Lüftungssituation 6

Fenster geschlossen, Lüftungsanlage Stufe 3 „Maximum“, 4 Mitarbeiter, 5 ab 10:30, ab 12:30 keiner (Mittagspause)



Messergebnisse

CO₂ = 730 - 800 ppm / 26,5 - 27 °C / 43 - 44 % rel. Luftfeuchte.

Rückmeldungen von Mitarbeitern

3 x warm / Geruch: 1 x gut, 1 x „bisschen abgestandene Luft“ / 2 x „hätte gerne Fenster auf“ / Lüftungsgeräusche: 1 x laut, 1 x hörbar, aber kein Problem

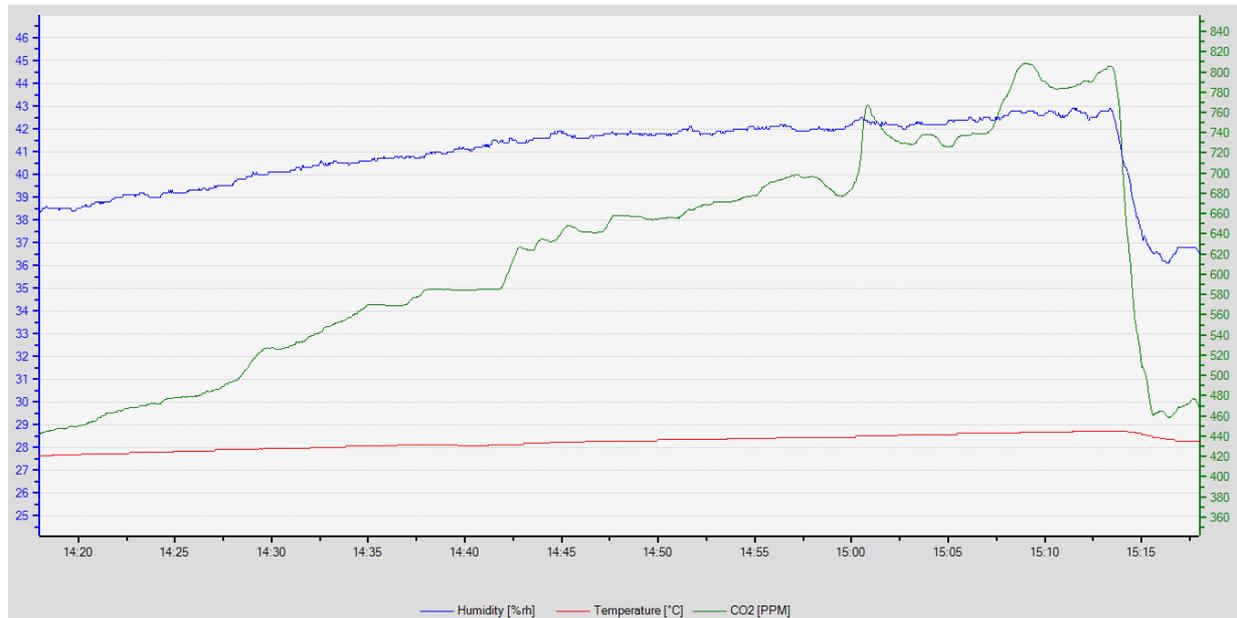
Resümee

Die Lüftungsanlage wurde nach Abschluss der „Messung 5“ manuell auf Stufe 3 „Maximum“ hochgeschaltet. Die Messergebnisse zeigen, dass man damit bei 5 Personen (= übliches Maximum) halten, aber auch nicht nennenswert reduzieren kann. Dies entspricht so der gewählten Auslegung der Lüftungsanlage; Bei Anwesenheit vieler Mitarbeiter soll ab und an zugelüftet werden.

Die Lüftungsanlage ist bei Stufe 3 deutlich hörbar. Die Lüftungsanlage befindet sich in der Teeküche; die Türe zur Teeküche kann geschlossen werden.

Lüftungssituation 7

Lüftungsanlage aus, Stoßlüften bei ganz geöffneten Fenstern, 4-5 Mitarbeiter, 3 bis 4 ab 14:40



Messergebnisse

CO₂ = 400 - 820 ppm / 26 - 27,5 °C / 36 - 43 % rel. Luftfeuchte.

Rückmeldungen von Mitarbeitern

Die Mitarbeiter baten darum, sie nicht mehr zu quälen („fühle mich, wie ein Frosch im Kochtopf“). Deshalb wurde um ca. 15:15 Uhr stoßgelüftet, danach wurden die Fenster wieder geschlossen.

Resümee

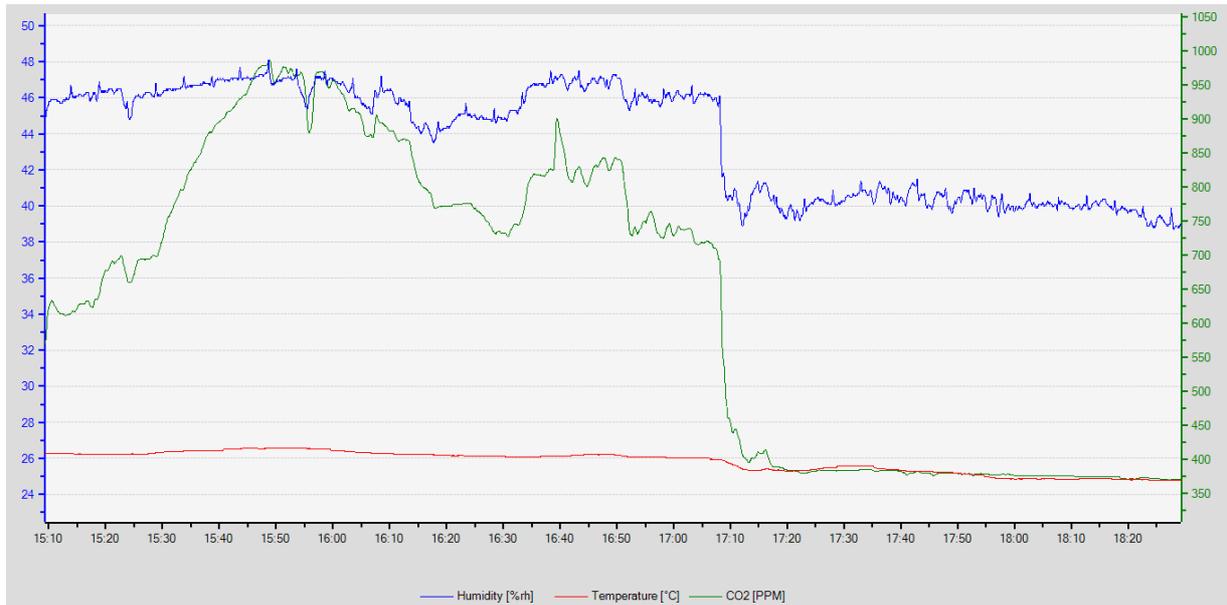
Die CO₂-Konzentration steigt stetig an. Erst die Stoßlüftung gegen 15:15 Uhr bringt die erhohnte Besserung.

■ Messungen Einzelbüro

Fenster geschlossen, Lüftungsanlage Stufe 2 „Normal“, 1 Mitarbeiter, 2 von 15:40 - 15:55, ab 16:00 leer, 1 von 16:30 - 17:00

Lüftungssituation 1

Messungen am Boden vor der Türe

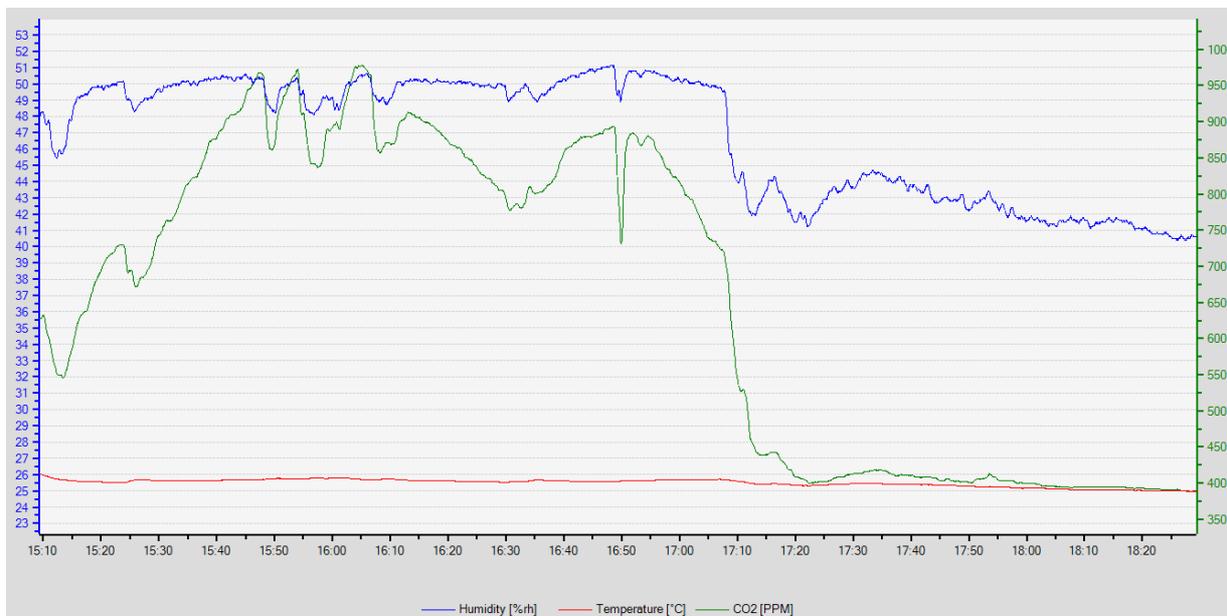


Messergebnisse

CO₂ = 630 - 975 ppm / 25,5 - 26 °C / 44 - 48 % rel. Luftfeuchte

Lüftungssituation 2

Messungen am Schreibtisch im Hauptluftstrom der Lüftungsanlage



Messergebnisse

CO₂ = 550 - 975 ppm / 26 - 26,5 °C / 46 - 51 % rel. Luftfeuchte

Resümee

Die CO₂-Konzentration ist an verschiedenen Messpunkten nahezu identisch.

■ Fazit

Zu viel CO₂ in der Raumluft kann zu Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schwindel und Konzentrationsschwäche führen. Studien haben ergeben, dass eine Absenkung der mittleren CO₂-Konzentration von 1.300 ppm auf 900 ppm zu signifikanten Leistungssteigerungen führt. Das IBN empfiehlt für Büroräume eine maximale CO₂-Konzentration von 800 ppm. Hierfür ist entsprechendes Lüften erforderlich, was allerdings auch zu einer Erhöhung des Heizenergieverbrauchs führt. Deshalb sollte vor allem während der Heizsaison nach dem Motto „so wenig wie möglich, aber so viel wie nötig“ gelüftet werden.

Wie man anhand der Messergebnisse schlussfolgern kann, könnte man vor allem in Kombination mit einem CO₂-Messgerät durchaus auch ausschließlich über die Fenster lüften. Dies erfordert jedoch ein von allen Beteiligten akzeptiertes aktives „Lüftungsmanagement“, was vor allem in einem Büro, in dem Menschen mit unterschiedlichen Bedürfnissen an die Raumluftqualität und -temperatur arbeiten, das Betriebsklima belasten kann.

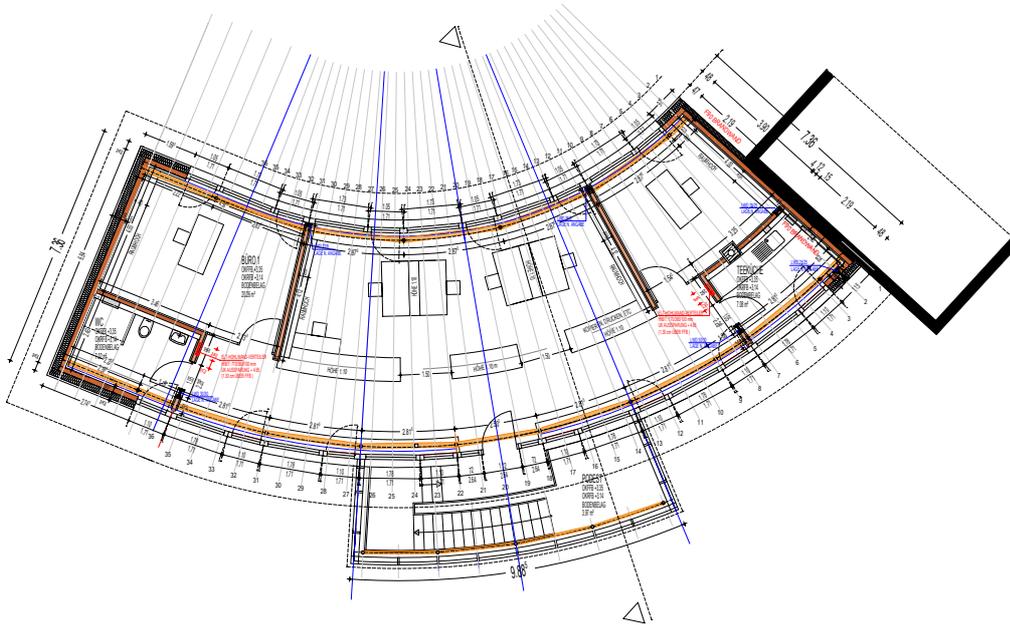
Mit der vorhandenen CO₂-gesteuerten Lüftungsanlage kann eine von allen Mitarbeitern akzeptierte Lüftungssituation voreingestellt werden und bei störenden Außengeräuschen (hier z.B. Autos und Gartengeräte) können Fenster geschlossen werden. Aufgrund der Filter in der Lüftungsanlage gelangen zudem weniger Staub, Ruß oder Blütenpollen in die Büroräume.

Die Ergebnisse zeigen, dass die vorhandene Lüftungsanlage für ein gutes und auch von allen Mitarbeitern weitgehend als gut empfundenen Raumklima sorgt. Bemerkenswert ist, dass einige Mitarbeiter trotz eingeschalteter Lüftungsanlage gerne 2 oder 3 x am Tag stoßlüften. Es müsste näher untersucht werden, ob dieses Bedürfnis vorrangig objektive oder subjektive Ursachen hat.

IBN

** Unter „CO₂ als Leitparameter“ versteht man im Zusammenhang mit der Raumluftqualität, dass parallel mit der Zu- bzw. Abnahme zur CO₂-Konzentration in der Raumluft i.d.R. auch andere v.a. leichtflüchtige Luftschadstoffe sowie Gerüche zu- bzw. abnehmen.*

*** n₅₀-Wert = Luftwechselrate je Stunde bei 50 Pascal Druckdifferenz. Ein n₅₀-Wert von 0,6 bedeutet, dass die Luft bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen 0,6 mal austauscht. Die EnEV fordert für Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen eine Luftwechselrate von n₅₀ ≤ 3, von solchen mit raumluftechnischen Anlagen von ≤ 1,5 und für Passivhäuser von ≤ 0,6. Die Messung erfolgt z.B. mit dem Blower-Door-Test (Differenzdruck-Messverfahren).*

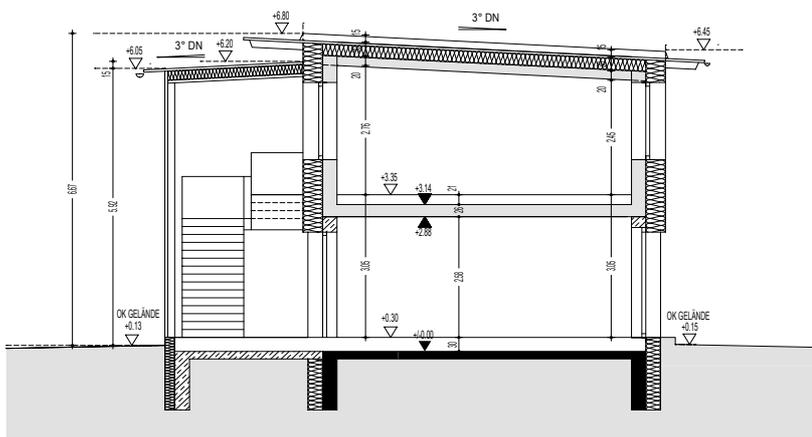


W2.2 OBERGESCHOSS

PROJEKT	NEUBAU BÜROGEBAUDE MIT WOHNUNG		
ORT	ERLENAUSTRASSE 44 BÜRO ROSENHEIM FLUR NR. 12/102		
BÄUHER	ALBERT SCHAEFER U. KARIN HICK ALBERTSCHAEFER & HICK ARCHITECTEN PERMANENTSTRASSE 44 BÜRO ROSENHEIM		
GEWÄERT	GEWÄERT	0000	ANWISUNG
	2.1. E.A.	04.02.14	ERGÄNZUNG VERMESUNG
FREISAGE	2.2. E.A.	11.02.14	ERGÄNZUNG WINDSCHIRMREICHE INNENSTREIFEN
	Datum		baueff

GEZEICHNET EJ
DATUM 07.01.2014
MAßSTAB 1:50

martin schaub
Architekturbüro
 70471 Stuttgart, Germany
 Postfach 10 15 50, 70471 Stuttgart
 Telefon +49 (0) 71 41 94 94 0
 www.martin-schaub.de



BV IBN, ROSENHEIM
SCHNITT