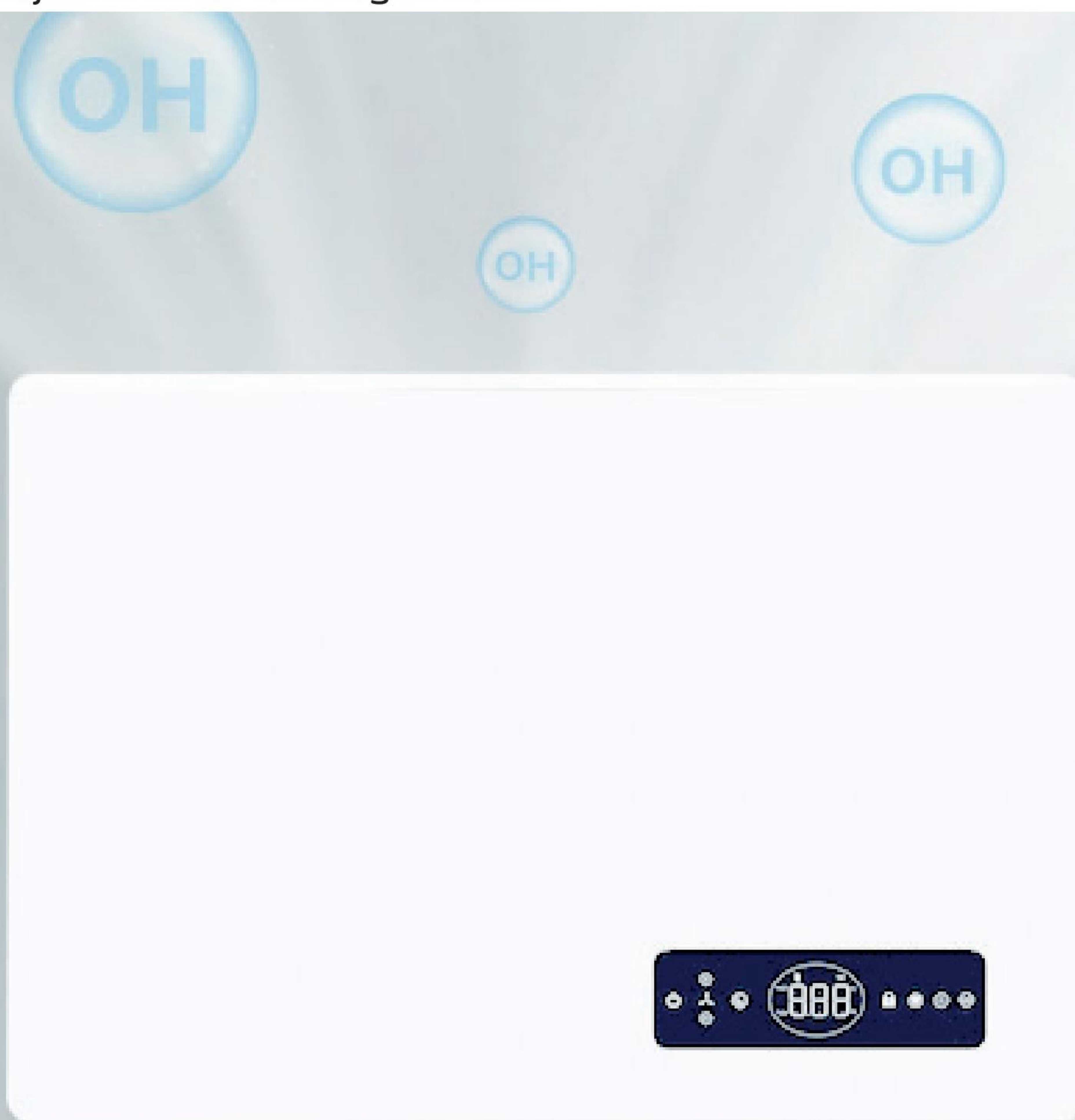


# Testrapport af luftrensere Xsystems Pure Air Wall 450

Rapporten er udarbejdet af dansk Teknologisk Institut







**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

# Test af luftrensere PureAir Wall 450 PureAir Mini

Rapport 991162

---

**Udarbejdet for:**

X Systems APS  
Holmbladsvej 15  
8600 Silkeborg

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C

September 2021

**Forfatter:**

Stig Koust Hansen  
Forretningsleder, Ph.d.  
[stko@teknologisk.dk](mailto:stko@teknologisk.dk), +45 7220 1151

**Kvalitetssikring:**

Naja Villadsen  
Konsulent, Ph.d.  
[nvi@teknologisk.dk](mailto:nvi@teknologisk.dk), +45 7220 1743



## 1. Indhold

|      |                                           |   |
|------|-------------------------------------------|---|
| 2.   | Opgaven .....                             | 4 |
| 3.   | Konklusion .....                          | 4 |
| 4.   | Måleprotokol .....                        | 4 |
| 5.   | Analysemetoder .....                      | 8 |
| 5.1. | Partikelantalskoncentration.....          | 8 |
| 5.2. | Partikelmassekoncentration.....           | 8 |
| 5.3. | Ozon.....                                 | 8 |
| 5.4. | Temperatur og relativ luftfugtighed.....  | 8 |
| 6.   | Resultater .....                          | 8 |
| 6.1. | Partikelantalskoncentration.....          | 8 |
| 6.2. | Partikelmassekoncentration.....           | 8 |
| 6.3. | Beregning af anbefalet rumstørrelse ..... | 9 |
| 6.4. | Ozon.....                                 | 9 |
| 6.5. | Temperatur og relativ luftfugtighed.....  | 9 |
| 7.   | Anneks .....                              | 9 |



## 2. Opgaven

X Systems ApS har rekvireret Teknologisk Institut til at udføre test af luftrensere "PureAir Wall 450" og "PureAir Mini" med henblik på at dokumentere luftrensernes effektivitet overfor fine og ultrafine partikler i luften.

Målingerne blev udført i et lukket, ikke-ventileret testkammer på 20 m<sup>3</sup>. Der blev målt på partikler fra cigaretter via kontrolleret frigivelse af røg fra en rygerobot. Cigaretrøg er en god kilde til både fine og ultrafine partikler, idet størstedelen af partiklerne har en størrelse omkring 0,1 µm (100 nm).

Der blev foretaget målinger ved højeste (niveau P4) og laveste hastighedstrin (niveau P1) på begge luftrensere samt en referencemåling på tilrøget testkammer med slukket luftreenser.

Foruden effektivitetsmåling blev det testet, hvorvidt hver af de to luftrensere gav anledning til ophobning af ozon. Ozontesten blev foretaget ved at måle ozonkoncentrationen i testkammeret i 24 timer med tændt luftreenser.

Målingerne blev foretaget på Teknologisk Institut, Aarhus, fra den 21. – 24. september 2021.

## 3. Konklusion

Luftrensernes effektivitet er undersøgt overfor partikelantals- og partikelmassekoncentration (PM<sub>2,5</sub>), ved højeste og laveste hastighedsindstilling. Hvilket resulterer i en række CADR-værdier og en beregnet anbefalet rumstørrelse.

Tabel 1: Samlet overblik for resultaterne fra effektivitets-test

| Luftreenser / indstilling |           | CADR (m <sup>3</sup> /time) |               | Anbefalet rum-størrelse <sup>1</sup> |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|
|                           |           | Partikelantal               | Partikelmasse |                                      |
| PureAir Mini              | Niveau P1 | 73                          | 84            | 6 m <sup>2</sup>                     |
|                           | Niveau P4 | 326                         | 351           | 28 m <sup>2</sup>                    |
| PureAir Wall 450          | Niveau P1 | 185                         | 194           | 16 m <sup>2</sup>                    |
|                           | Niveau P4 | 429                         | 479           | 37 m <sup>2</sup>                    |

Ved ozontestens start blev der målt en baggrunds-ozonkoncentration på 17 ppb, hvilket er et typisk ozonniveau i udendørsluft.<sup>2</sup> Ved ozontestens afslutning, efter at luftrenseren havde været tændt i 24 timer, blev der målt en ozonkoncentration på under 10 ppb, for både luftreenser PureAir Mini og PureAir Wall 450. Dermed vurderes det, at luftrenseren ikke giver anledning til ophobning af ozon.

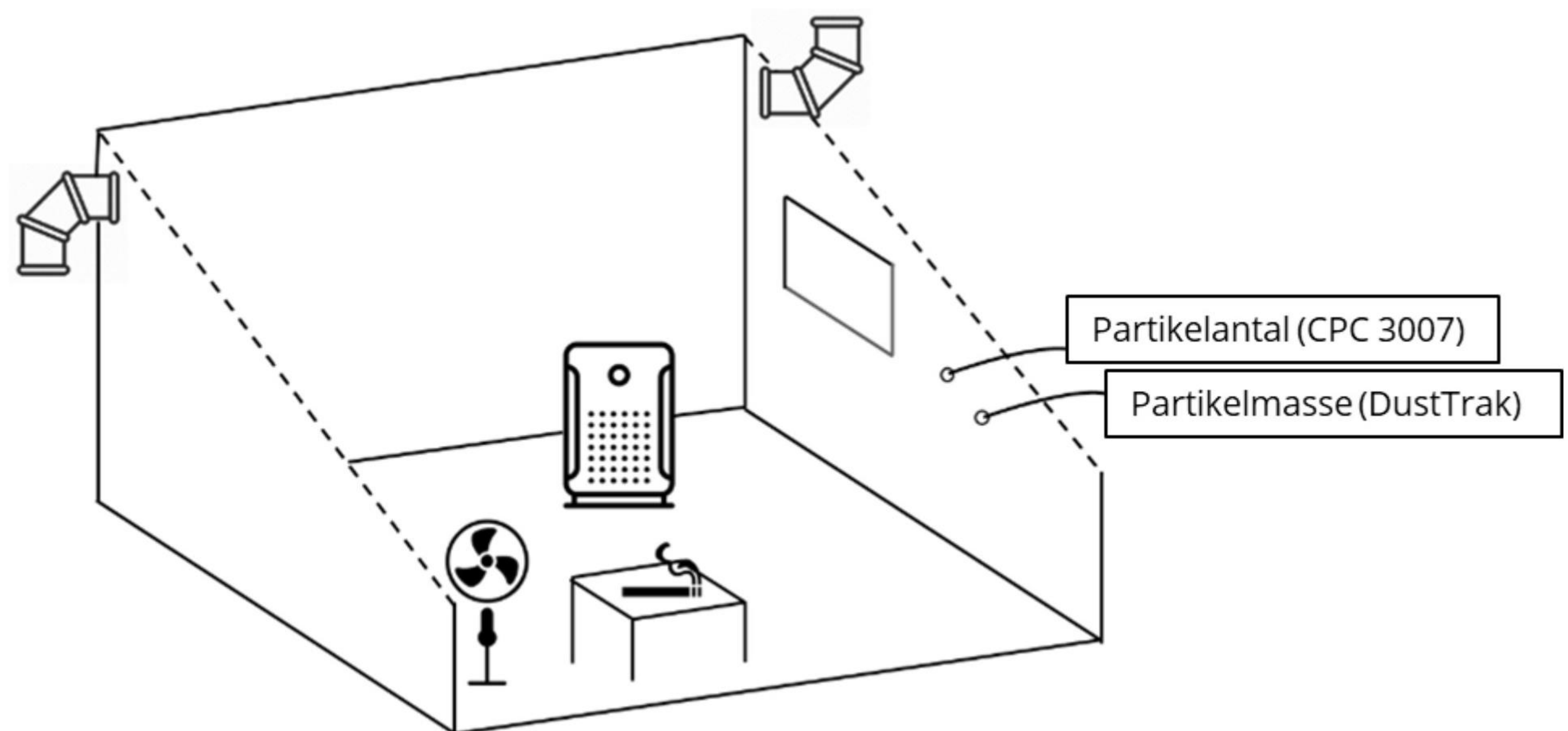
## 4. Måleprotokol

Alle testene blev gennemført i et tillukket, ikke-ventileret 20 m<sup>3</sup> testkammer. Væggene er dækket med teflon for at minimere adsorption af partikler og gasser på kammervæggene. Testkammeret er lufttæt og derfor egnet til test af luftrenser effektivitet (se Figur 1).

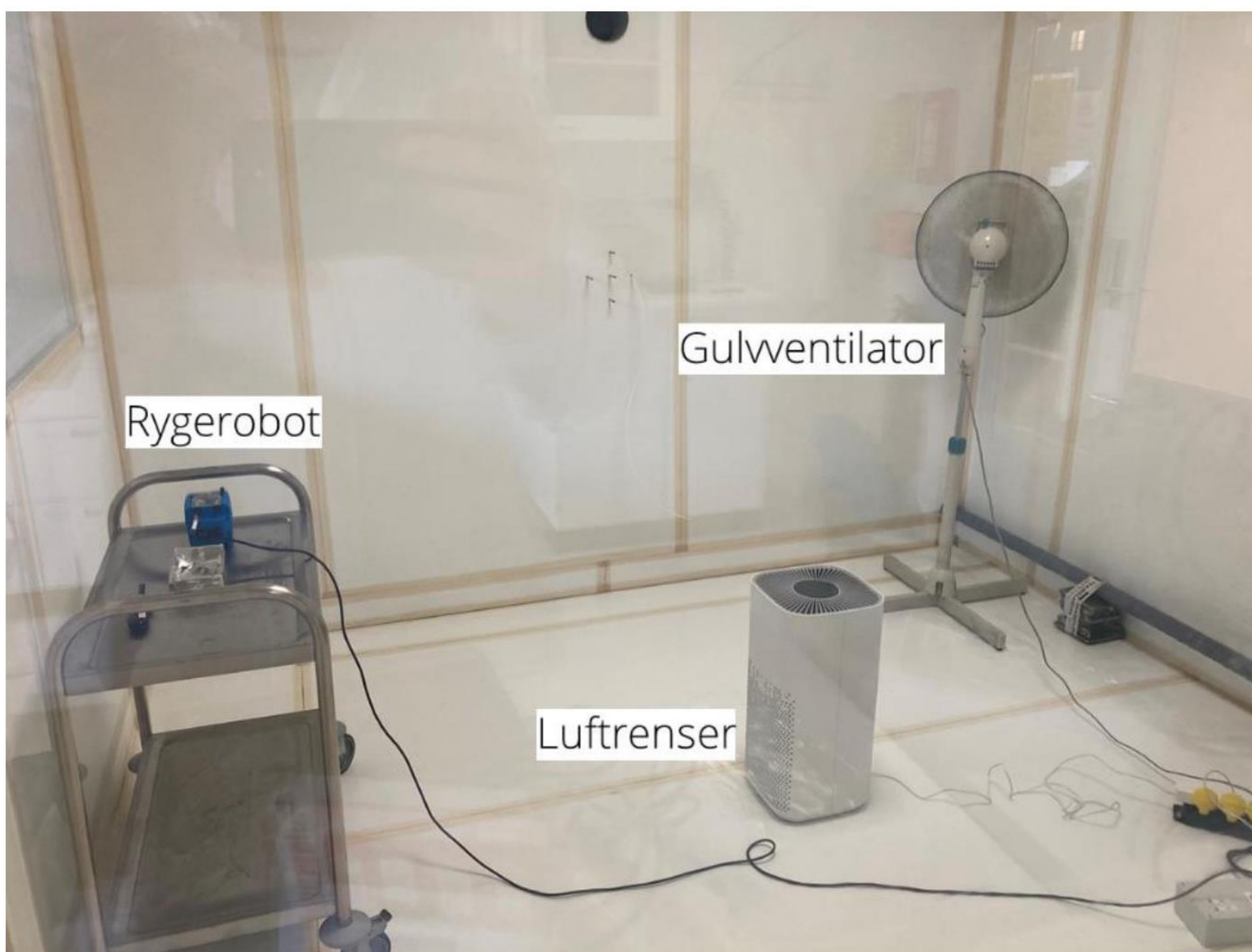
<sup>1</sup> Antaget loftshøjde på 2,5 m.

<sup>2</sup> Aarhus Universitet – Luftkvalitetsmålinger i Århus. <https://envs2.au.dk/Luftdata/Presentation/Graph/Aarhus>





Figur 1. Skematisk oversigt over testopstilling.

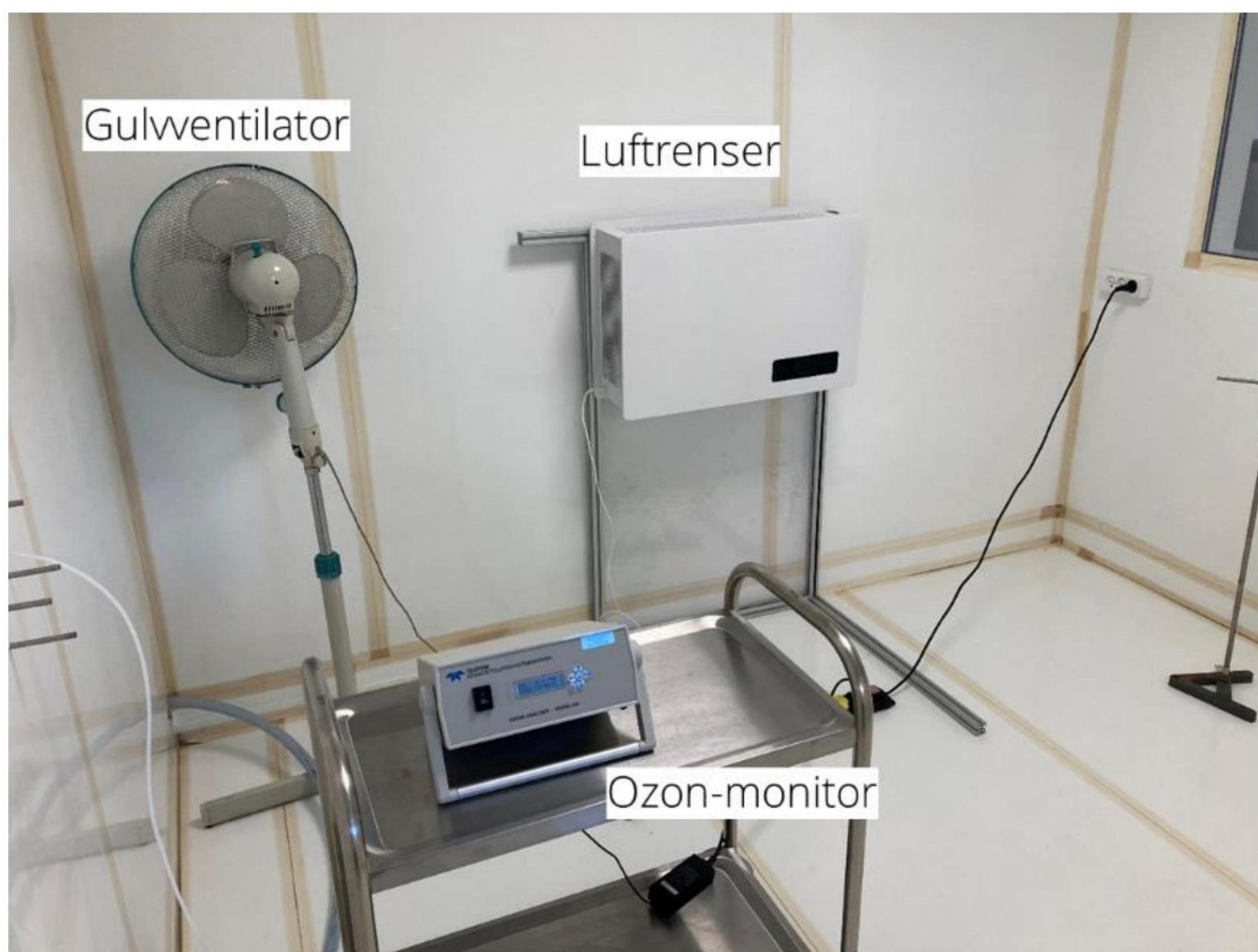


Figur 2: Opstilling i testkammer med luftrenser PureAir Mini.



Figur 3: Luftrenser PureAir Wall 450 på vægophæng i testkammer





Figur 4: Opstilling for måling af ozon-akkumulering i testkammer for luftrensers PureAir Wall 450

Testen af luftrenseren foregik efter følgende protokol (se desuden oversigt i Figur 5):

- Testkammeret blev rengjort og ventileret grundigt.
- Ventilationen i rummet blev stoppet og måleinstrumenter tilkoblet kammeret.
- I testkammeret blev luftrenseren (slukket), gulvventilator og rygerobot opstillet.
  - Luftrensers PureAir Mini blev placeret på gulvet midt i rummet (Se Figur 2)
  - Luftrensers PureAir Wall 450 blev ophængt på væg (Se Figur 3)
- Gulvventilator blev tændt (laveste niveau og drejende frem og tilbage). Denne sikrede en homogen opblanding af partikler i testkammeret.
- Baggrundsniveau blev målt i minimum 10 minutter.
- Rygefasen blev faciliteret af en rygerobot, som kontrolleret ryger en cigaret (rød Marlboro) over periode på cirka 7 minutter.
- Efter cigaretten blev slukket og fjernet fra testkammeret, samt en passende koncentration af partikler og gasser var opnået, startede renseperioden.
- Renseperioden startede ved at luftrenseren blev tændt. Koncentrationen af partikelantal og partikelmasse blev fortsat logget kontinuert. Renseperioden havde en varighed på minimum 30 minutter.
- Herefter blev testkammeret grundigt ventileret, inden forsøget blev gentaget ved en anden indstilling på luftrenseren.



#### Referencemåling:

For at karakterisere det naturlige henfald af partikler i testkammeret foretoges en test magen til beskrivelsen ovenfor, men med luftrenseren slukket under renseperioden. Koncentrationen af partikelantal og partikelmasse blev ligeledes målt kontinuert under hele testen.

#### Beregning af CADR-værdi<sup>3</sup>:

Luftrenserens effektivitet udtrykkes som *Clean Air Delivery Rate* (CADR), hvilket beregnes som beskrevet i metoden ANSI/AHAM AC-1-2015. CADR er et udtryk for den mængde ren luft, som luftrenseren kan levere i timen. For eksempel betyder en CADR-værdi på 100, at luftrenseren på en time leverer 100 m<sup>3</sup> ren luft fri for den pågældende forureningskilde i det målte område af partikelstørrelser (se afsnit 5.1 og 5.2 nedenfor).

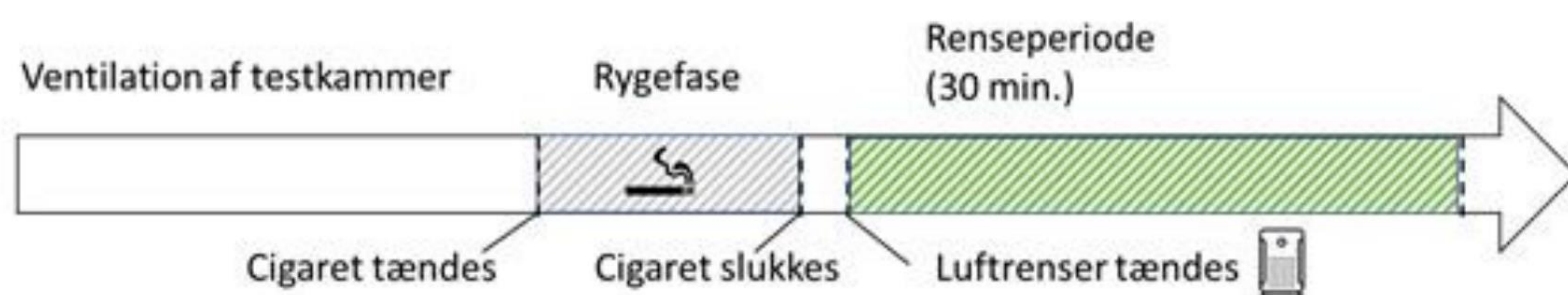
Der er beregnet en CADR-værdi for hvert af de undersøgte hastighedstrin og forureningsparametre (partikelantal (PN), partikelmasse (PM)). Det giver i alt 8 CADR-værdier (se Tabel 1).

Denne fremgangsmåde giver et godt indblik i luftrenserens samlede ydeevne, da luftrenseren kan have forskellig effektivitet overfor forskellige forureningsparametre. CADR-værdien beregnes ud fra den eksponentielle henfaldskonstant af koncentrationerne over tid i renseperioden

Foruden effektivitetsmåling blev det testet, hvorvidt luftrenseren gav anledning til ophobning af ozon ved at måle ozonkoncentrationen i testkammeret i 24 timer med tændt luftrenser.

#### Beregning af anbefalet rumstørrelse<sup>4</sup>:

Den anbefalede rumstørrelse for luftrenseren beregnes for hvert hastighedstrin baseret på CADR-værdien for partikelantalskoncentrationen. Denne beregnede luftstørrelse til svarer cirka 4 luftskifte per time. Der regnes med en loftshøjde på 2,5 m.



Figur 5: Oversigt over protokol for test af luftrenser

<sup>3</sup> Beregning ifølge "ANSI/AHAM AC-1-2015", afsnit 8.2 – 8.4.

<sup>4</sup> Beregning ifølge "ANSI/AHAM AC-1-2015", Annex E: derivation of effective room size.



## 5. Analysemetoder

### 5.1. Partikelantalskoncentration

Partikelantalskoncentration blev målt kontinuerligt med en "Condensation Particle Counter" CPC (model 3007, TSI Inc). Instrumentet tæller partikler i størrelsesintervallet 10-1000 nm (0.01-1  $\mu\text{m}$ ) med en tidsopløsning på 1 sekund.

### 5.2. Partikelmassekoncentration

Partikelmassekoncentration blev målt kontinuerligt med en DustTrak DRX (model 8533, TSI Inc.). Instrumentet måler partikelmasse i størrelsesområdet  $\sim 0.1$ -15  $\mu\text{m}$  og i koncentrationsområdet 0.001–150  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Apparatet måler i størrelsesfraktionerne  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_4$ ,  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{\text{total}}$  med en tidsopløsning på 10 sekunder. Massebestemmelsen er baseret på laserdiffraktion.

### 5.3. Ozon

Ozon-koncentrationen er kontinuert blevet målt med en Teledyne API Ozone Analyzer model 430 inde i testkammeret. Instrumentet kan måle ozon-koncentration i området fra 0 – 20.000 ppb (20 ppm) med en præcision på 0.5 ppb og en nedre detektionsgrænse på 2 ppb. Der er målt med en tidsopløsning på 10 sekunder.

### 5.4. Temperatur og relativ luftfugtighed

Temperatur og luftfugtighed i testkammeret blev målt med CA 1510 logger med et målepunkt hvert minut.

## 6. Resultater

Alle resultater er opsummeret i Tabel 1 i konklusionen.

### 6.1. Partikelantalskoncentration

Luftrensertesten (renseperioden) startede ved en partikelantalskoncentration på cirka 180.000 partikler/ $\text{cm}^3$ .

Der blev for luftrensere PureAir Mini målt en CADR-værdi på 73  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 1 og 326  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 4.

Der blev for luftrensere PureAir Wall 450 målt en CADR-værdi på 185  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 1 og 429  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 4.

### 6.2. Partikelmassekoncentration

Luftrensertesten (renseperioden) startede ved en partikelmassekoncentration på cirka 1  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Der blev for luftrensere PureAir Mini målt en CADR-værdi på 84  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 1 og 351  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 4.

Der blev for luftrensere PureAir Wall 450 målt en CADR-værdi på 194  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 1 og 479  $\text{m}^3/\text{time}$  for niveau 4.



### 6.3. Beregning af anbefalet rumstørrelse

På baggrund af effektiviteten udregnet for partikelantalskoncentrationen er den anbefalede rumstørrelse for luftrenseren PureAir Mini beregnet til at være 6 m<sup>2</sup> for niveau 1 og 28 m<sup>2</sup> for niveau 4. For luftrenseren PureAir Wall 450 er den anbefalede beregnede rumstørrelse 16 m<sup>2</sup> for niveau 1 og 37 m<sup>2</sup> for niveau 4.

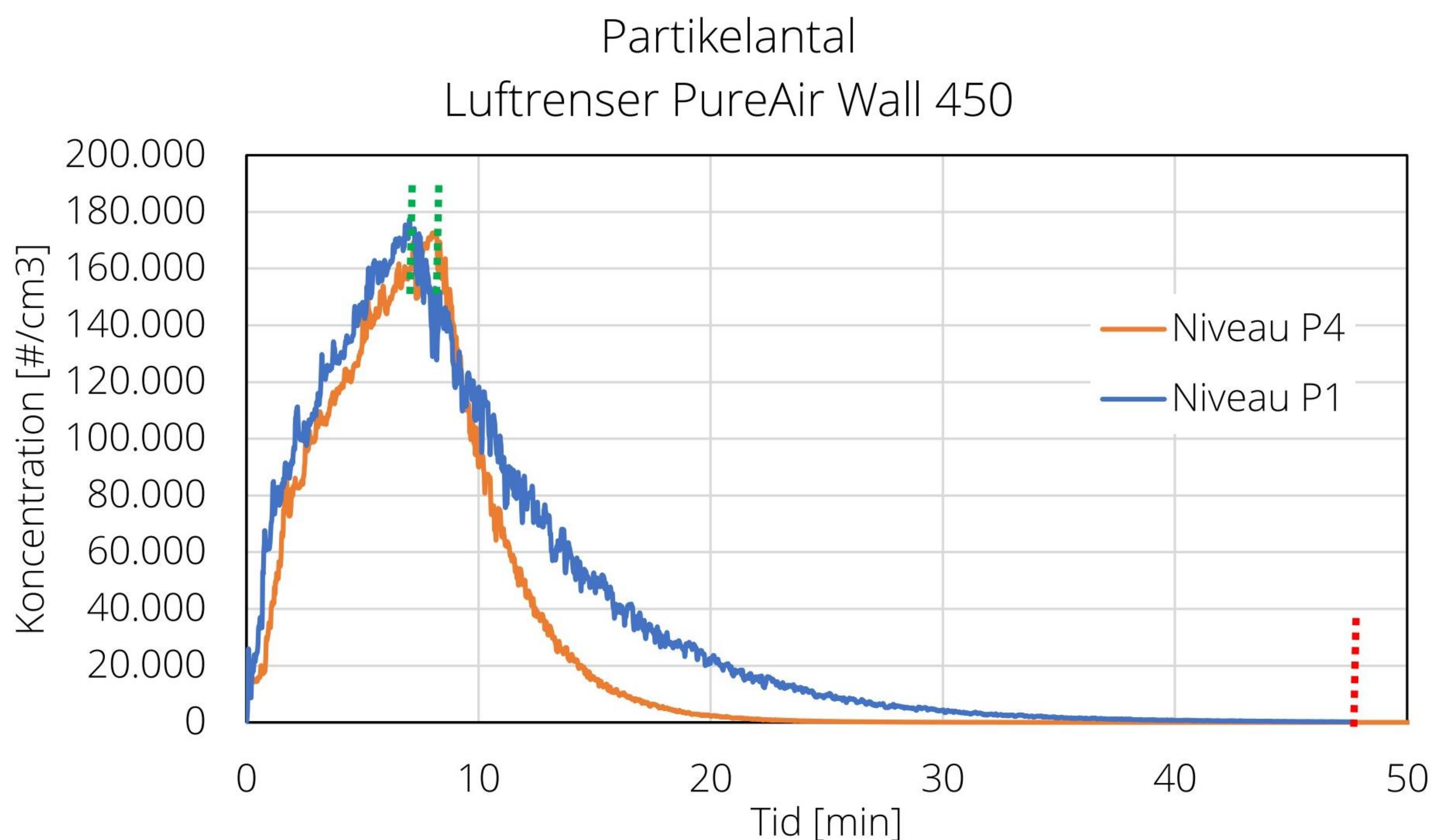
### 6.4. Ozon

Ved ozontestens start blev der målt en ozonkoncentration på 17 ppb, hvilket er et typisk ozonniveau i udendørsluft. Ved ozontestens afslutning, efter at luftrenseren havde været tændt i 24 timer, blev der målt en ozonkoncentration på mindre end 10 ppb. Dermed vurderes det, at ingen af de to luftrensere ikke giver anledning til ophobning af ozon.

### 6.5. Temperatur og relativ luftfugtighed

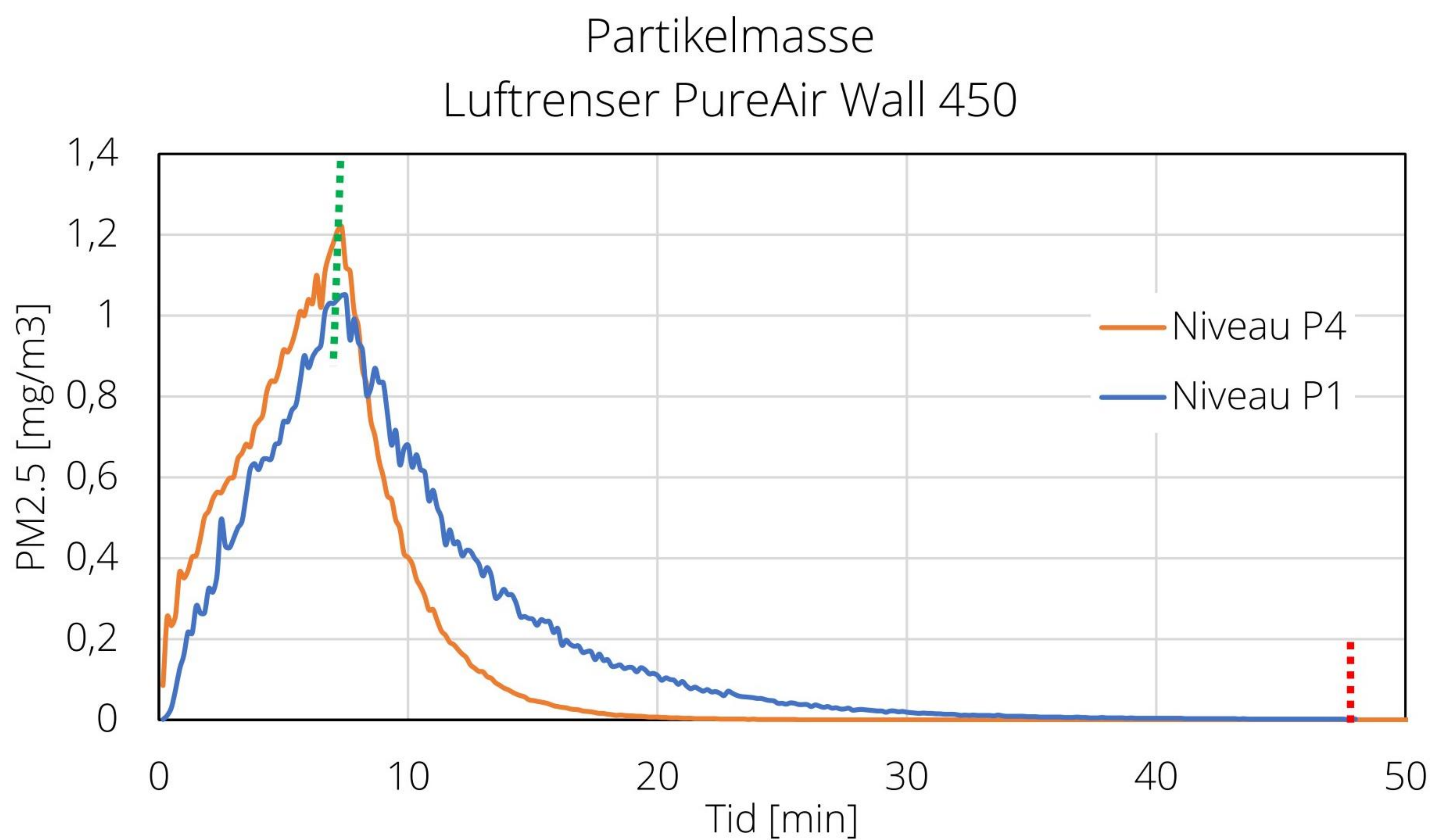
Den gennemsnitlige temperatur i testkammeret under forsøgene var 21°C (±2 °C). Den gennemsnitlige relative luftfugtighed var 50 %RH (±10 %RH).

## 7. Anneks

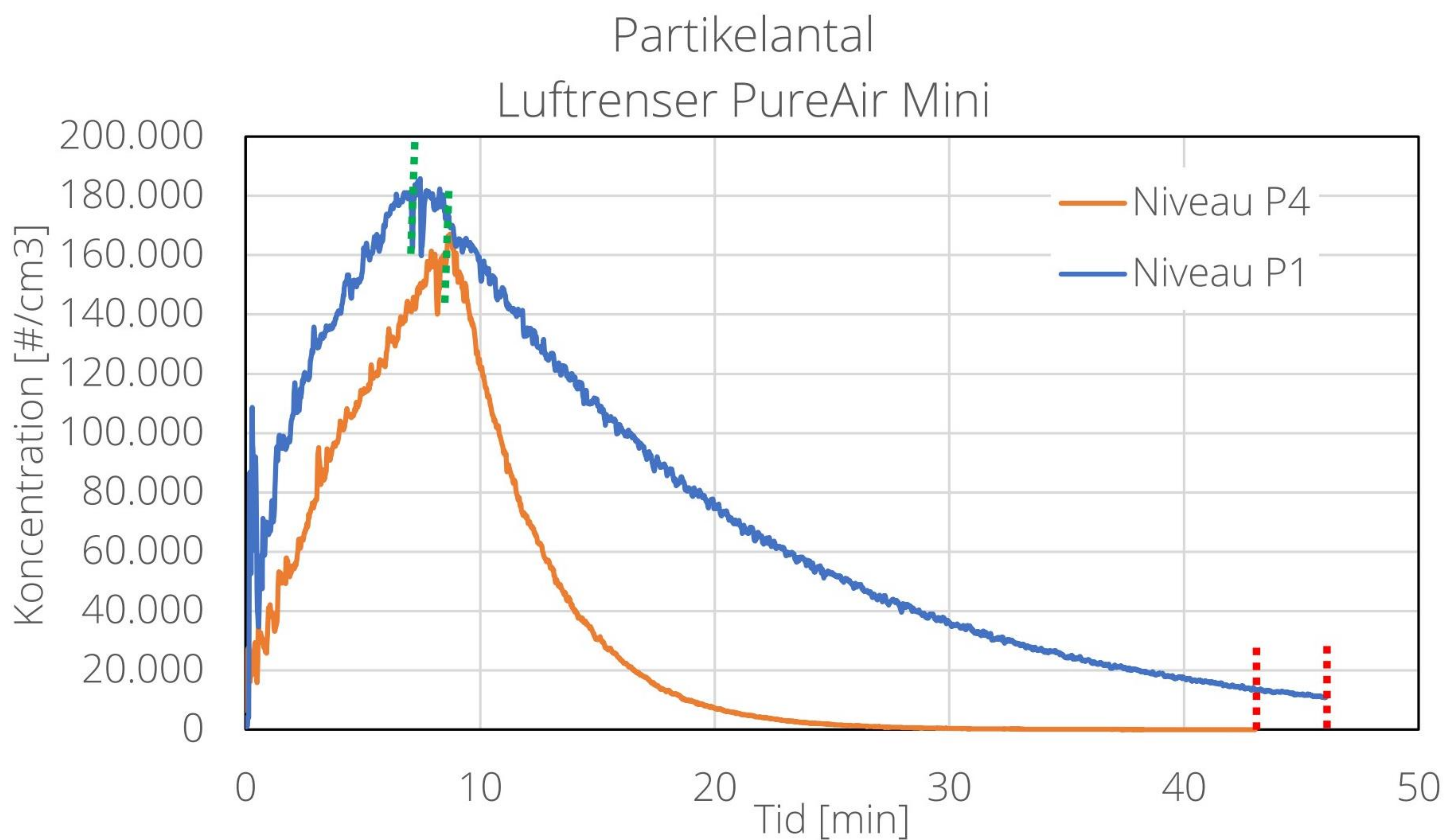


Figur 6: Udvikling af partikelantalskoncentration over tid for niveau P4 og P1 for luftrenseren PureAir Wall 450. De grønne stiplede linjer angiver starten på renseperioden, hvor luftrenseren tændes. Den røde stiplede linje angiver slutningen på renseperioden af minimum 30 minutters varighed.



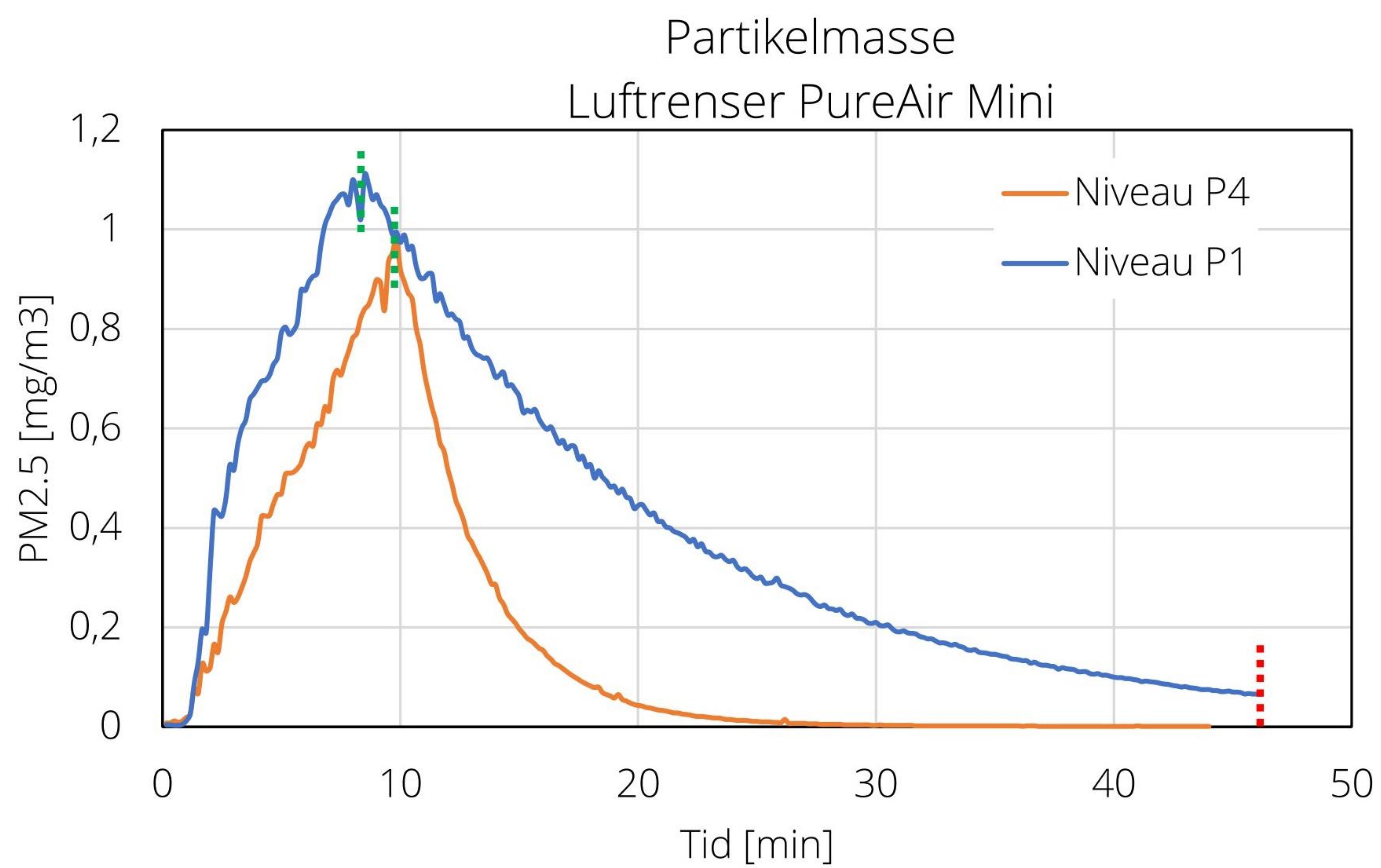


Figur 7: Udvikling af partikelmassekoncentration over tid for niveau P4 og P1 for luftrenseren PureAir Wall 450. Den grønne stiplede linje angiver starten på renseperioden, hvor luftrenseren tændes. Den røde stiplede linje angiver slutningen på renseperioden af 30 minutters varighed.



Figur 8: Udvikling af partikelantalskoncentration over tid for niveau P4 og P1 for luftrenseren PureAir Mini. De grønne stiplede linjer angiver starten på renseperioden, hvor luftrenseren tændes. De røde stiplede linjer angiver slutningen på renseperioden af 30 minutters varighed.





Figur 9: Udvikling af partikelmassekoncentration over tid for niveau P4 og P1 for luftrenseren PureAir Mini. De grønne stiplede linjer angiver starten på renseperioden, hvor luftrenseren tændes. Den røde stiplede linje angiver slutningen på renseperioden af 30 minutters varighed.





**TEKNOLOGISK**  
**INSTITUT**