

Anlage 3.2.



NORDERSTEDT
Zusammen. Zukunft. Leben.

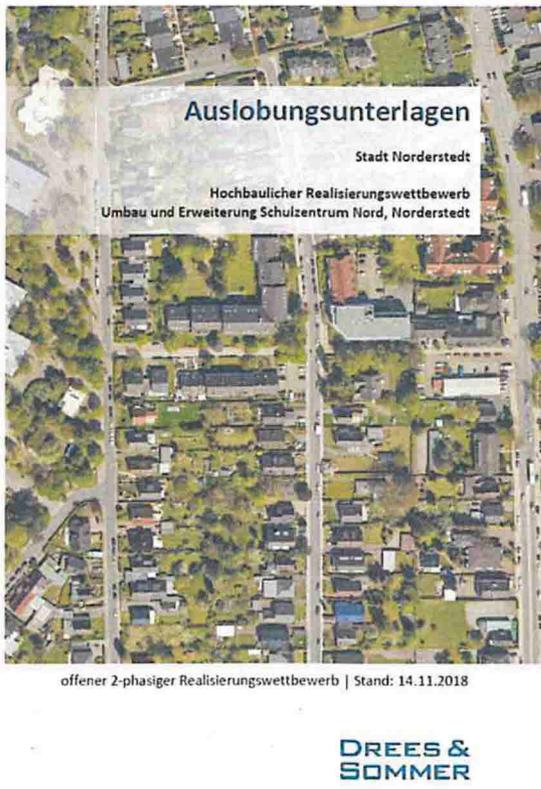
LÜFTUNGSSTRATEGIE IN DER PLANUNGSPHASE DES SCHULZENTRUM NORD

Ausschuss für Schule und Sport
am 15.09.2021

AGENDA



- **Vorgaben zur Lüftung in der Wettbewerbsauslobung**
- **Geplante Lüftung im Siegerentwurf zum Zeitpunkt des Architektenwettbewerbs**
- **Zusammenstellung verschiedener Lüftungskonzepte unter Berücksichtigung der Corona-Pandemie**
- **Entscheidung für ein hybrides Lüftungskonzept**
- **Neue Wege mit der Wissenschaft gehen**



Wettbewerb

Vorgaben zur Lüftung in der Wettbewerbsauslobung



4.1.2 Raumklima

Es wird hoher Wert auf die zu erwartende Innenraumqualität für Schüler und Lehrer gelegt. Dazu zählt insbesondere die Optimierung der thermischen Behaglichkeit sowie der Raumluftqualität durch sinnfällige passive Maßnahmen. Zu berücksichtigen sind:

- sinnfällige passive Maßnahmen zur Optimierung des Raumklimas (Bauweise, Speicherfähigkeit der Bauteile, Orientierung, abgestimmter Fensterflächenanteil, ggf. Nachtauskühlung evtl. mittels Integration von Öffnungselementen mit kontrolliert einstellbarem Öffnungsgrad bzw. einbruchs- und witterungsgeschützten Fenstern etc.)
- öffnbare Fenster in ausreichender Größe und Platzierung. Dabei sollen auch die offenen Lernbereiche in den Fluren an die Fassade angeschlossen sein und über eine natürliche Lüftungsmöglichkeit verfügen (...)

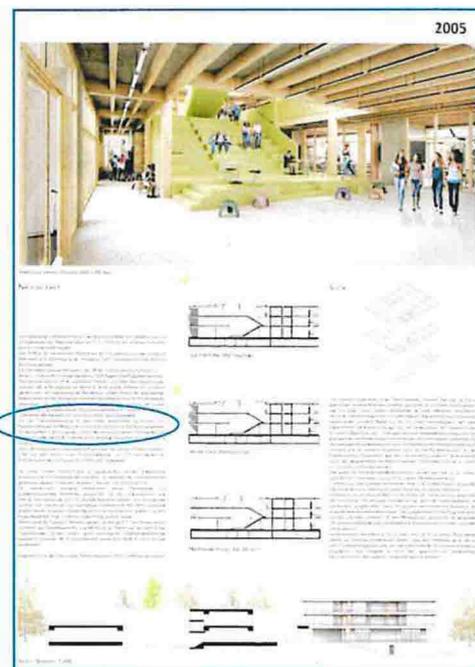
4.2.2 Energiebedarf

(...)

- Berücksichtigung von konzeptionellen Maßnahmen zur Minimierung des Strombedarfs für die Luftförderung

Geplante Lüftung im Siegerentwurf zum Zeitpunkt des Architektenwettbewerbs

Um die Frischluftversorgung in allen Fällen sicherstellen zu können, sind Fassadenöffnungen zur freien Lüftung und eine mechanische Belüftung vorgesehen.





RETHINKING KASSELER MODELL
 Umbau und Erweiterung Schulzentrum Nord, Norderstedt
 Bieterpräsentation 19.6.2019

rd mr TH me di um Architekten
 Holzf. Holz. Holz. Holz.

Verklebung Deckenstirn
 Faserverklebung
 Ankerankelung
 Vorgefertigte Betonplatten mit Gießblech

Holz-Elementfassade, hochdruckbehandelt, nicht weiter nachbehandelt
 mit Scheibenschichten 2 x 1,20 m
 und offener Fenster- und Türanschlüsse
 mit Isolierverglasung U = 1,0 W/m²K
 Opake Elemente mit Faserverklebung

Sonnenschutz in Balkonsüßenebene
 Rollläden mit transparenter Beschichtung
 entspr. DIN 14561 / Kl. 2 oder höher
 schwenngelöst und brandschlüsselt
 so über max. 0,25 m Verbindung mit
 Balkonsüßenebene

Verklebung Deckenstirn
 Faserverklebung
 Flachdecken
 Vorgefertigte Betonplatten mit Gießblech

Holz-Elementfassade, hochdruckbehandelt, nicht weiter nachbehandelt
 mit Scheibenschichten 2 x 1,20 m
 und offener Fenster- und Türanschlüssen
 mit Isolierverglasung U = 1,0 W/m²K
 Opake Elemente mit Faserverklebung

Sonnenschutz in Balkonsüßenebene
 Rollläden mit transparenter Beschichtung
 entspr. DIN 14561 / Kl. 2 oder höher
 schwenngelöst und brandschlüsselt
 so über max. 0,25 m Verbindung mit
 Balkonsüßenebene

Verklebung Deckenstirn
 Faserverklebung
 Ankerankelung
 Vorgefertigte Betonplatten mit Gießblech

Fassadenöffnung für Nachkühlung mit elektrischer Vorrichtung

Zusammenstellung verschiedener Lüftungskonzepte unter Berücksichtigung der Corona-Pandemie



agradblue°
THE BUILDING
LIFE CYCLE COMPANY



me di um Architekten
Roloff · Ruffing + Partner



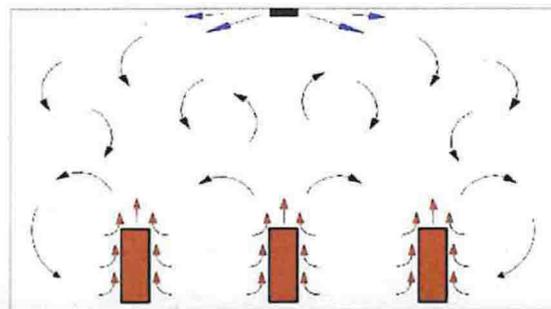
Zentralanlage mit Wärmerückgewinnung inkl. HEPA Filter – entspricht einer Planung OP-Raum



Anlage ist nicht realisierbar, da ein Luftmengenaustausch pro Klassenraum von 43.000 m³/h notwendig wird.

Eine Lüftungsanlage mit HEPA-Filterung für ein Schulgebäude ist derart groß, dass diese ein eigenes Geschoss für die Lüftungstechnik benötigen würde. Vergleichbar sind die Lüftungsanlagen in der Größe mit Krankenhäusern mit OP-Sälen. Vom Energieverbrauch bzw. von der hohen CO₂ Emission ist eine derartige große Lüftungsanlage nicht vertretbar.

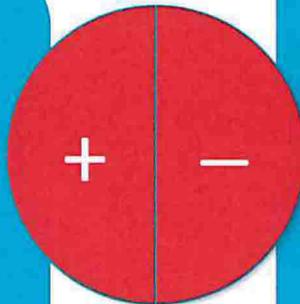
Verdünnung



Zentralanlage mit Wärmerückgewinnung - Mischlüftung



- Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Nutzerunabhängig
- Kein Einfluss von Außenlärm

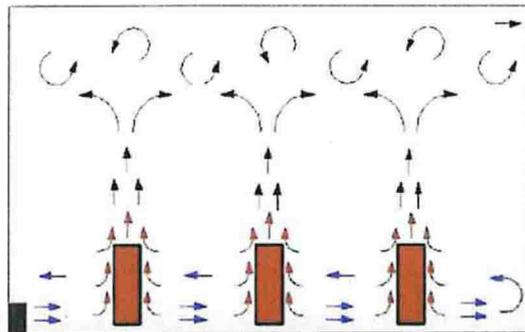


- Abweichung vom Architektenwettbewerb
Erneuter Planungsaufwand mind. 8 Monate
- Neuplanung Gebäudestruktur mit Auswirkung auf die Grundrissgestaltung. Notwendig werden größere Geschosshöhen und mehr Grundfläche. Zusätzliche Lüftungszentrale
- Neudimensionierung Tragwerk
- Hoher Wartungsbedarf und Kosten, hoher Stromverbrauch
- Zusätzlicher Bedarf an Kühlung und Luftbefeuchtung. Damit einhergehend zusätzlicher Energieverbrauch, der vom Eisspeicher nicht gedeckt werden kann
- Fenster können nicht geöffnet werden
- Mehrkosten in der Anschaffung von **ca. 1,7 Mio. Euro** im Neubau

Zentralanlage mit Wärmerückgewinnung - Schicht- / Quelllüftung



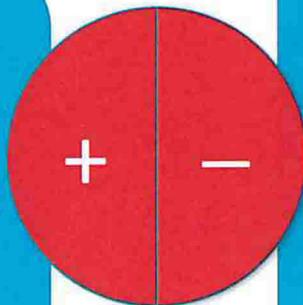
Schicht- / Quelllüftung



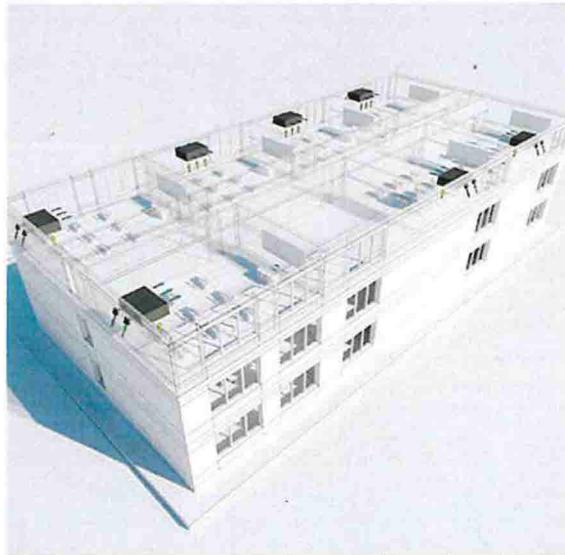
Zentralanlage mit Wärmerückgewinnung - Schicht- /Quelllüftung



- Vorteile wie Mischlüftung
- Eine mögliche Virenlast wird durch die Luftströmung in den Deckenbereich geführt und dort nach Außen abgeführt

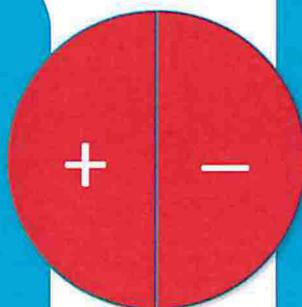


- Nachteile wie Mischlüftung
- Genutzte Räume sind nicht frei möblierbar
- Es ist eine zusätzliche Kälteanlage notwendig, damit die Raumströmung realisiert werden kann
- Es werden auch Staub und Pollen mit dem Luftstrom mitgeführt
- Mehrkosten in der Anschaffung von **ca. 2,4 Mio. Euro** im Neubau



Referenzbeispiel RLT-Deckengerät Fa. Wolf

- Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Nutzerunabhängig
- Geringer Einfluss von Außenlärm

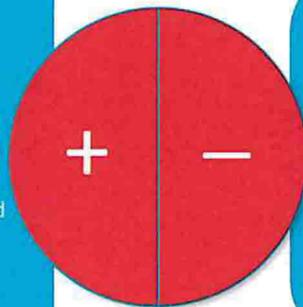


- Einschränkung in der Fassadengestaltung, Neudimensionierung von Teilen des Tragwerkes
- Neue brandschutztechnische Bewertung im Bereich der Lüftungskanaldurchbrüche
- Höhere Stromverbräuche und damit höherer CO₂ Ausstoß
- In jedem Lüftungsgerät befinden sich Filter, die fortlaufend durch Fachkräfte getauscht werden müssen. Das bedeutet sehr hohe regelmäßige Wartungskosten und Reinigungskosten
- Mehrkosten von in der Anschaffung **ca. 1,6 Mio. Euro** im Neubau

Steuerbare Fensterklappen mit CO₂ Sensoren

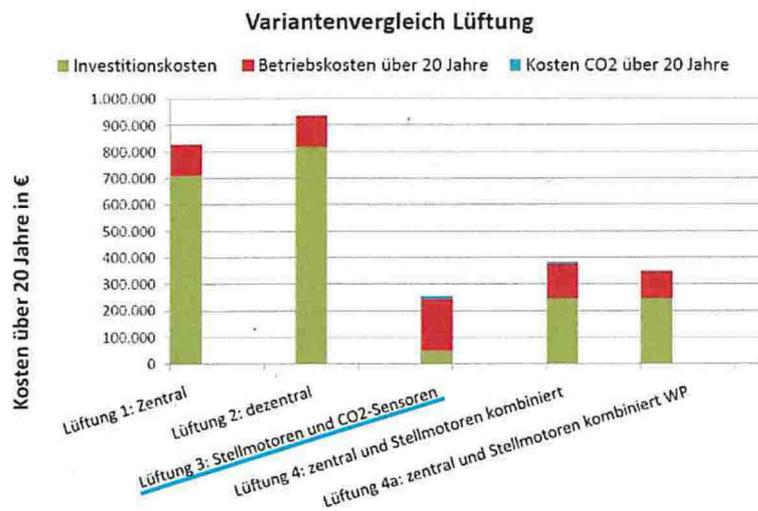


- Es ist keine Neuplanung notwendig. Die Planer bleiben im Terminplan
- Die Kosten der Fensterlüftung und CO₂ Sensoren sind in den geschätzten Baukosten enthalten
- Die CO₂ Konzentration im Raum wird technisch kontrolliert und bei Bedarf werden die Fenster automatisch geöffnet
- Die Haustechnik im Gebäude wird reduziert. Es werden Wartungskosten und Energiekosten gespart
- Die Nutzer können eigenbestimmt die Fenster öffnen. Die Verbindung zum Außenbereich kann hergestellt werden
- Das System kann als Natural Cooling zur Nachtauskühlung genutzt werden.



- Bei der Lüftung gibt es keine Wärmerückgewinnung (positiv wir nutzen durch die Wärmepumpentechnologie mit Sonnenenergieunterstützung und Eisspeicher ein umweltschonende Heiztechnologie)
- Beim Öffnen der Fenster entstehen Geräusche
- Der Luftaustausch wird über die CO₂ Konzentration gesteuert und nicht mechanisch über eine Luftmenge in m³/h

INVESTITIONS-, BETRIEBS- UND CO₂ KOSTEN ÜBER 20 JAHRE NUTZUNGSDAUER





agradblue°
THE BUILDING
LIFE CYCLE COMPANY

4.3 Fazit und Ergebnisse

Die Lüftungsvarianten unterschieden sich im Wesentlichen durch ihre Investitionskosten. Die Betriebskosten unterscheiden sich im Verhältnis nur geringfügig.

Variante 3 ist hier am wirtschaftlichsten, da sehr wenig Technik zum Einsatz kommt. Es sollte ggf. im weiteren Verlauf der Planung überprüft werden, ob die notwendigen Luftwechselraten und Komfortkriterien mit dieser Variante eingehalten werden können.

Durch den Einsatz eines Wärmeversorgungskonzepts mit Wärmepumpe können die Betriebskosten in allen Varianten, wie in Variante 4a zu sehen ist reduziert werden.

ENTSCHEIDUNG FÜR EIN HYBRIDES LÜFTUNGSKONZEPT



- Bei Klassen mit außenliegenden Fenstern regelt die Technik die Einhaltung einer niedrigen CO₂ Konzentration im Klassenraum. Fenster werden nur so lange geöffnet, wie es aus Luftqualitäts Gesichtspunkten notwendig ist. Durch die technisch gesteuerte Bedarfslüftung kühlt der Raum nicht aus. Wir sparen Heizenergie!
- Fenster öffnen nachts bei kühlen Außentemperaturen eigenständig und gewährleisten die Nachtauskühlung im Sommer. Die Klassen werden durch Natural Cooling vor Überhitzung geschützt. Zusätzlich unterstützt der Eisspeicher.
- Man kann die Fenster eigenständig öffnen, hat damit eine Verbindung zur Außenwelt / Natur. Der Nutzer kann sich **aktiv** und **selbstbestimmt** für eine Fensteröffnung entscheiden.
- Es wird nur soviel Technik wie nötig genutzt. Wartungskosten werden gespart.
- Lüftungskanäle in Klassenräumen gibt es nicht. Hygienisch das beste System, da es keine Möglichkeit der Verkeimung innerhalb der Lüftungstechnik gibt.
- Alle innenliegenden Bereiche / Räume (Kategorie 2 nach Umweltbundesamt) werden mechanisch belüftet.

NEUE WEGE MIT DER WISSENSCHAFT GEHEN



EBC | Institute for Energy Efficient
Buildings and Indoor Climate



RWTH AACHEN
UNIVERSITY

RWTH-EBC 2021-002

Abschätzung des Infektionsrisikos durch aerosolgebundene Viren in belüfteten Räumen (2. überarbeitete und korrigierte Auflage)

Dirk Müller^{1,2}, Kai Rewitz¹, Dennis Derwein¹, Tobias Maria Burgholz², Marcel Schweiker³,
Janine Bardey², Peter Tappler⁴

¹ Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik, E.ON Energieforschungszentrum, RWTH Aachen

² Heinz Trox Wissenschafts gGmbH, Aachen

³ Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, RWTH Aachen

⁴ IBO Innenraumanalytik OG, Wien

NEUE WEGE MIT DER WISSENSCHAFT GEHEN



Tabelle 1 – Annahmen für die Referenzsituation „Schulstunde“ in einem maschinell belüfteten Klassenraum

	Einheit	Parameter	Wert
Grundfläche	m ²	A_{ref}	66,7
Raumhöhe	m	h_{ref}	3
Luftwechselrate	h ⁻¹	LW_{ref}	4,375
Luftvolumenstrom	m ³ /h	$\dot{V}_{R,ref}$	875
Anzahl anwesender Personen	–	$n_{R,ref}$	25
Aufenthaltsdauer	h	τ_{ref}	1
Wahrscheinlichkeit, mindestens einer infizierten Person zu begegnen	–	$P_{KPR,ref}$	0,087
Gruppe 1			
Anzahl Personen	–	$n_{R,g1,ref}$	1
Atemvolumenstrom	m ³ /h	$\dot{V}_{A,g1,ref}$	0,54 (Sitzen)
Emittierte Aerosolkonzentration	ml/m ³	$\zeta_{Aerosol,g1,ref}$	0,0096 (Sprechen)
Filtrationseffizienz MNB	–	$PR_{g1,ref}$	0 (kein MNB)
Gruppe 2			
Anzahl Personen	–	$n_{R,g2,ref}$	24
Atemvolumenstrom	m ³ /h	$\dot{V}_{A,g2,ref}$	0,54 (Sitzen)
Emittierte Aerosolkonzentration	ml/m ³	$\zeta_{Aerosol,g2,ref}$	0,0018 (Atmen)
Filtrationseffizienz MNB	–	$PR_{g2,ref}$	0 (kein MNB)

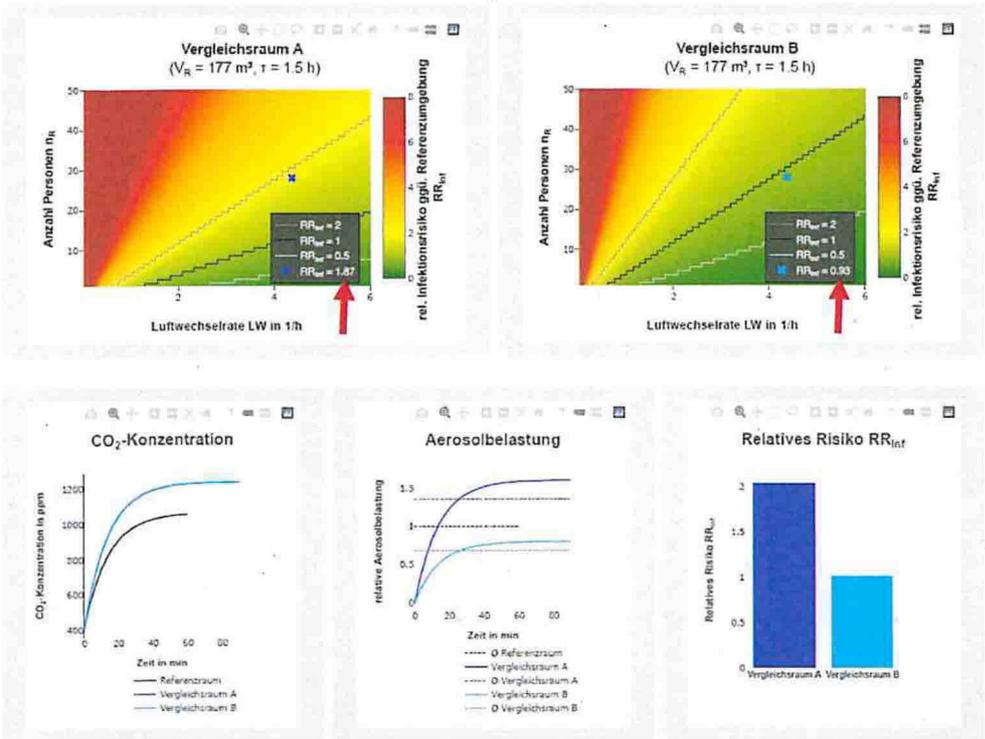


Vergleichsraum A		Vergleichsraum B	
Voranschulungen laden Klassenraum 1		Voranschulungen laden Klassenraum 1	
Alle Werte nach B 4		Alle Werte nach B 4	
Raumvolumen V_R 172 m ³ (Referenz: 200 m ³)	Aufenthaltsdauer t 1.5 h (Referenz: 1 h)	Raumvolumen V_R 172 m ³ (Referenz: 200 m ³)	Aufenthaltsdauer t 1.5 h (Referenz: 1 h)
Luftwechsel LW 4.375 1/h (Referenz: 4.375 1/h)	Luftvolumenstrom V_{Luft} 774.37 m ³ /h	Luftwechsel LW 4.375 1/h (Referenz: 4.375 1/h)	Luftvolumenstrom V_{Luft} 774.37 m ³ /h
Personen n_p 20 (Referenz: 20)	Luftströmer Frachtluftvolumenstrom $V_{Luft,Fr}$ 0 m ³ /h (Referenz: 0 m ³ /h)	Personen n_p 20 (Referenz: 20)	Luftströmer Frachtluftvolumenstrom $V_{Luft,Fr}$ 0 m ³ /h (Referenz: 0 m ³ /h)
Gruppe 1		Gruppe 1	
Anzahl bzw. Anteil an Personen n_{g1} 1 (Referenz: 1)	Partikelkonzentration Äquivalent $C_{eq,1}$ Sporchen (Referenz: Sporchen)	Anzahl bzw. Anteil an Personen n_{g1} 1 (Referenz: 1)	Partikelkonzentration Äquivalent $C_{eq,1}$ Sporchen (Referenz: Sporchen)
Filtrationseffizienz Maske PR_{g1} 0 (Referenz: 0)	Aktivitätslevel V_{Akt} 0 (Referenz: 0)	Filtrationseffizienz Maske PR_{g1} 0.5 (Referenz: 0)	Aktivitätslevel V_{Akt} 0 (Referenz: 0)
Gruppe 2		Gruppe 2	
Anzahl bzw. Anteil an Personen n_{g2} 27 (Referenz: 20)	Partikelkonzentration Äquivalent $C_{eq,2}$ Atomen (Referenz: Atome)	Anzahl bzw. Anteil an Personen n_{g2} 27 (Referenz: 20)	Partikelkonzentration Äquivalent $C_{eq,2}$ Atomen (Referenz: Atome)
Filtrationseffizienz Maske PR_{g2} 0 (Referenz: 0)	Aktivitätslevel V_{Akt} 0 (Referenz: 0)	Filtrationseffizienz Maske PR_{g2} 0.5 (Referenz: 0)	Aktivitätslevel V_{Akt} 0 (Referenz: 0)
Zeitaufgelöste Betrachtung		Zeitaufgelöste Betrachtung	
Aufenthaltsdauer t 1.5 h		Aufenthaltsdauer t 1.5 h	
Intervalllüftung (wie z. B. bei Fensterlüftung)		Intervalllüftung (wie z. B. bei Fensterlüftung)	



<http://risico.eonerc.rwth-aachen.de>

- $RR = 1$ Das Risiko der Exponierten ist gleich groß wie das Risiko der Nichtexponierten
- $RR > 1$ Das Risiko der Exponierten ist größer als das Risiko der Nichtexponierten (Exposition = Risikofaktor)
- $RR < 1$ Das Risiko der Exponierten ist kleiner als das Risiko der Nichtexponierten (Exposition = Protektiver Faktor)





**HEUTE ETWAS FÜR
MORGEN BEWEGEN**



FÜR DIE KLEINEN UND GROßEN MENSCHEN UNSERER STADT