

The RIVM logo, consisting of the lowercase letters 'rivm' in a white, sans-serif font, is positioned on a yellow rectangular background. This yellow rectangle is part of a larger design that includes a blue background at the top and bottom, and a white background on the right side where the title is located.

rivm

Rapport 609330011/2009

F. Duijm et al.

GGD richtlijn medische milieukunde

Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen
van woningen

RIVM-rapport 609330011/2009

GGD-richtlijn medische milieukunde

Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen

Penvoerder:	F. Duijm
Werkgroepleden:	J.T. van Ginkel
	T. Habets
	B. Poelman
	R.J. van Schie
	M.M. Scholtes
Coördinator:	N.E. van Brederode

Contact:
N.E. van Brederode
Centrum Inspectie, Milieu- en Gezondheidsadvisering
nelly.van.brederode@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VWS, in het kader van project V/609330 Ondersteuning GGD'en/Richtlijnen

© RIVM 2009

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Rapport in het kort

GGD-richtlijn medische milieukunde

Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen

Het RIVM heeft in samenwerking met GGD'en een richtlijn ontwikkeld die beschrijft hoe ventilatie en ventilatievoorzieningen van bestaande woningen beoordeeld kunnen worden. Voorbeelden zijn: hoeveel kubieke meter verse lucht komt er per uur een woning binnen en hoeveel binnenlucht wordt er afgevoerd? Hoeveel kan er hoogstens afgevoerd worden? Is dat voldoende om de binnenlucht gezond te houden en hoe valt dat te meten? De luchtverversing in woningen schiet vaak tekort, wat gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van het binnenmilieu en voor de gezondheid. Het kabinet heeft plannen om de kwaliteit van het binnenmilieu te verbeteren.

De richtlijn biedt GGD-medewerkers basisinformatie over ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen. Ook is beschreven welke relaties tussen ventilatie en gezondheidsrisico's er bekend zijn. Te weinig ventilatie kan leiden tot bijvoorbeeld vochtproblemen, en hoge concentraties van verbrandingsproducten en het gas radon. Dit kan gepaard gaan met onder andere geurhinder, verergering van astma of een verhoogde kans op longkanker.

Daarnaast is op basis van de wettelijke voorschriften en andere maatstaven een selectie gemaakt van methoden, technieken en criteria die GGD'en kunnen hanteren om de ventilatiecapaciteit en de ventilatie te beoordelen. Om het instrumentarium compleet te maken zijn de methoden, technieken en criteria op onderdelen aangevuld. Hiermee zijn ze meer gericht op het aantal personen dat aanwezig is of doorgaans aanwezig is in de betreffende ruimten.

Verder is beschreven wat de taken van de GGD'en zijn en hoe zij het beoordelingsproces van ventilatie en ventilatievoorzieningen kunnen indelen. De beoordeling kan plaatsvinden in de betreffende woning of vanaf de werkplek.

Trefwoorden: ventilatiesystemen, luchtverversing, CO₂, binnenmilieu, Bouwbesluit

Abstract

Environmental health guideline for Municipal Health Services

Assessment of air exchange and ventilation capacity in dwellings

The National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has drawn up a guideline, together with the Municipal Health Services (GGD) that describes how the air exchange rate and ventilation capacity of existing dwellings can be assessed. Examples of assessment points are: how many cubic metres of fresh air enter a dwelling per hour and how much indoor air is removed? What is the maximum volume flow that can be achieved? Is that flow sufficient to keep the indoor air at a healthy level and how can this be measured? Good ventilation in dwellings is often inadequate which can have consequences for the quality of the indoor environment and for people's health. Therefore, the Dutch government is planning to improve the indoor environmental quality.

The guideline will provide GGD professionals with basic information regarding the air exchange rate and ventilation capacity of dwellings. It also outlines what is already known about the relationship between indoor air exchange and associated health risks. For example, too little ventilation can lead to dampness and high concentrations of combustion products and radon gas. This can cause: odour nuisance, exacerbation of asthma or even an increased risk of lung cancer.

In addition, based on legal requirements and other standards, a selection of methods has been made of techniques and criteria that GGD departments can use to assess the ventilation capacity and air exchange rate of dwellings. In order to complete the range of instruments used, the methods, techniques and criteria have been supplemented wherever necessary. This change ensures more focus to be placed on the number of people actually present or usually present in the indoor area(s) concerned.

In addition, the guideline outlines the specific tasks of the GGD departments as well as how they can approach the assessment process for air exchange rate and ventilation capacity. The assessment can take place in the dwelling itself or at the place of work.

Key words: ventilation systems, air exchange rate, fresh air, carbon dioxide, indoor air, residences

Inhoud

Samenvatting	11
1 Probleemomschrijving	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Motivatie	13
1.3 Doel	13
1.4 Kwaliteit van de binnenlucht	13
1.5 Afbakening	14
1.6 Leeswijzer	15
2 Ventilatie en ventilatievoorzieningen; inleiding	17
2.1 Luchtstromen	17
2.2 Ventilatievoud	19
2.3 Ventilatievoorzieningen	19
2.4 Ventilatiesystemen	20
2.4.1 Afname capaciteit mechanische ventilatie	22
2.5 Filtering	23
2.6 Bruikbaarheid	23
3 Invloed van ventilatie op gezondheid	25
3.1 Risico's samenhangend met ventilatie en ventilatievoorzieningen	25
3.2 Toevoer van verontreinigde buitenlucht	25
3.3 De voorzieningen verspreiden zelf verontreinigingen	26
3.4 De voorzieningen trekken verbrandingsproducten uit afvoerkanalen	27
3.5 Onvoldoende luchtverversing	28
3.5.1 Gebrek aan capaciteit	28
3.5.2 Onvoldoende bruikbaarheid door geluidniveau	29
3.5.3 Onvoldoende bruikbaarheid door tocht	30
3.5.4 Onjuist gebruik	31
3.5.5 Gezondheidsrisico's door onvoldoende ventilatie	31
3.6 Gezondheidsproblemen door onbegrepen oorzaken	32
3.6.1 Gebouwwerelateerde klachten in kantoren	32
3.6.2 Gebouwwerelateerde klachten in woningen	34
4 Wet- en regelgeving en beleid	37
4.1 Beleid	37
4.2 Wet- en regelgeving	37
4.2.1 Woningwet	38
4.2.2 Nieuwbouw, bestaande bouw en rechtens verkregen niveau	39
4.2.3 Bouwvergunning	40
4.2.4 Verantwoordelijkheid eigenaar en huurder	41
4.2.5 Bouwbesluit	41
4.2.6 NEN 1087 en NEN 8087	45
4.3 Niet-wettelijke bouwkundige en installatietechnische richtlijnen en aanbevelingen	46
4.3.1 NPR 1088	46
4.3.2 NEN 15251	46
4.3.3 Garantie Instituut Woningbouw	47
4.3.4 Praktijkboek gezonde gebouwen	48
4.3.5 Ventilatiegeluid	49
4.3.6 Filters	49
4.3.7 Reiniging en vervanging	51

4.3.8	Keuring	51
4.4	Bestaande gezondheidkundige advieswaarden	52
4.4.1	Algemeen	52
4.4.2	Gezondheidsraad	52
4.4.3	Andere gezondheidkundige advieswaarden	53
4.5	Referentiewaarden	54
5	Op gezondheid gerichte onderzoeksmethoden en beoordelingscriteria	57
5.1	Inleiding	57
5.2	Telefoongesprek	57
5.2.1	Vragen over gezondheid	58
5.2.2	Vragen naar het ventilatiesysteem	58
5.2.3	Vragen over gebruik van ventilatievoorzieningen	59
5.3	Opvragen officiële capaciteitsgegevens	60
5.4	Huisbezoek	60
5.4.1	Beoordeling van de bruikbaarheid van ventilatievoorzieningen	61
5.4.2	Beoordeling van buitenlucht	61
5.4.3	Beoordeling van veiligheid, gemak en begrijpelijkheid	62
5.4.4	Beoordeling van obstakels	63
5.4.5	Beoordeling van geluid	63
5.4.6	Beoordeling van tocht	64
5.4.7	Beoordeling van reinheid, reiniging en reinigbaarheid	65
5.4.8	Beoordeling van de werking door middel van een rookproef	66
5.4.9	Bepaling van de capaciteit van natuurlijke ventilatie	67
5.4.10	Meting van de capaciteit van mechanische ventilatie	69
5.4.11	Meting van de feitelijke luchtverversing	71
5.5	Beoordelingscriteria voor de effectiviteit van ventilatie en ventilatievoorzieningen	72
5.5.1	Criteria voor feitelijke ventilatie	72
5.5.2	Criteria voor mogelijke ventilatie	74
5.5.3	Criteria voor gebruikelijke ventilatie	75
5.5.4	Overzicht van onderzoeksmethoden	75
6	Beoordelingsproces	77
6.1	Advisering door GGD	77
6.1.1	WPG	77
6.1.2	GGD-taken en samenwerking	77
6.1.3	Routering van informatie	78
6.2	Advisering over ventilatie en ventilatievoorzieningen in relatie tot gezondheidsrisico's	79
6.2.1	Aanleiding	79
6.2.2	Prioriteit	79
6.2.3	Maatstaven	80
6.2.4	Bewijzend of indicatief	80
6.3	Advisering op basis van aangeboden onderzoek	81
6.4	Advisering bij een vraag over een ventilatieprobleem en eventueel daaraan gerelateerde gezondheidsklachten	81
6.5	Advisering over specifieke problemen met betrekking tot ventilatievoorzieningen	83
6.5.1	Geringe capaciteit van ventilatievoorzieningen	84
6.5.2	Hoog geluidniveau door de ventilatievoorzieningen	84
6.5.3	Tocht door de ventilatievoorzieningen	84
6.5.4	Vervuilde roosters, filters, ventilatorbox of kanalen	84
6.5.5	Hoge omgevingsbelasting door geluid of luchtverontreiniging	85
6.5.6	Ventilatie en energie	85

Informatiebronnen	87
Literatuur	87
Websites	93
Betrokken instanties	95
Definities	99
Geraadpleegde deskundigen	103
Samenstelling werkgroep	105
Bijlage 1 Ventilatievoorzieningen in bestaande woningen: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)	107
Bijlage 2 Ventilatievoorzieningen in te bouwen woningen: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)	109
Bijlage 3 Spuivoorzieningen in woningen: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)	113
Bijlage 4 Ventilatievoorzieningen in overige ruimten: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)	115
Bijlage 5 Toelichting op het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006b)	119
Bijlage 6 Voorbeelden adviesbureaus inzake ventilatie	127
Bijlage 7 Ventilatieberekening voor het aanvragen van een bouwvergunning, met een voorbeeld	129
Bijlage 8 Voorbeeldbrief behorend bij 6.4	135
Bijlage 9 Opmeten roosters en ramen	137
Bijlage 10 Overzicht van aandachtspunten en criteria bij het beoordelen van ventilatie en ventilatievoorzieningen	139
Bijlage 11 Ventilatievoud af te leiden uit dalingssnelheid van CO₂	145

Samenvatting

De GGD'en staan regelmatig voor de taak om in bestaande woningen de ventilatie en de ventilatievoorzieningen te beoordelen. Deze publicatie is een hulpmiddel voor een goed onderbouwde beoordeling door de GGD'en.

De verschillende systemen om woningen te ventileren zijn beschreven, evenals de gebruikelijke luchtstromen binnen een woning. Ventilatiesystemen bestaan uit diverse voorzieningen. De voorzieningen zijn vaak niet goed bruikbaar. Voorzieningen voor mechanische ventilatie voldoen veelal niet aan de wettelijke eisen voor capaciteit. Ook worden voorzieningen vaak niet goed gebruikt. Daardoor schiet de luchtverversing in woningen vaak tekort. Dit kan gevolgen hebben voor de luchtkwaliteit en voor de gezondheid. De mogelijke gevolgen voor de gezondheid zijn belicht.

Het kabinet heeft plannen om de luchtkwaliteit in huis te verbeteren door onder andere het verminderen van emissie in huis, het aanscherpen van het Bouwbesluit en de handhaving ervan, en door het aanbieden van informatie over binnenmilieu.

De Woningwet en het Bouwbesluit vormen de basis voor de beoordeling van de ventilatievoorzieningen van een woning. Het Bouwbesluit verwijst naar een aantal NEN-normen. Dit stelsel van voorschriften geeft een niveau waaraan alle woningen ten minste moeten voldoen. De voorschriften zijn in de richtlijn weergegeven ter wille van de communicatie met andere sectoren.

De ventilatie van een woning die aan deze minimeisen voldoet, kan te wensen overlaten, ofwel door tekortschietend gebruik, ofwel door tekortschietende bruikbaarheid of effectiviteit.

Deze richtlijn geeft daarom een basis voor een gezondheidkundige beoordeling die ten dele ontleend is aan het Handboek Binnenmilieu. Beschreven zijn de methoden en technieken die een GGD desgewenst kan benutten om de bruikbaarheid en de capaciteit van ventilatievoorzieningen te beoordelen, evenals de feitelijke luchtverversing. Daarbij zijn beoordelingscriteria vermeld voor onder andere obstakels, geluid, tocht, reinigbaarheid, werking, feitelijke luchtverversing en mogelijke luchtstroom. De gezondheidkundige criteria zijn deels een aanvulling op de wettelijke criteria.

Vanuit de wettelijke taakstelling van de GGD is aangegeven hoe het beoordelingsproces kan verlopen. Daarbij zijn suggesties gedaan voor prioriteitstelling van afhandeling en voor routing van informatie. De richtlijn heeft geen verplichtend karakter.

1 Probleemomschrijving

1.1 Aanleiding

Ventilatie van woningen is van belang voor de gezondheid omdat luchtverversing behalve voor de toevoer van verse lucht ook nodig is voor de afvoer van waterdamp en andere stoffen die binnen vrijkomen. Ventilatie kan ook belangrijk zijn voor het afvoeren van warmte. GGD'en moeten vaak beoordelen of de mogelijke en feitelijke luchtverversing adequaat is. De informatie die nodig is voor het uitvoeren van een dergelijke beoordeling, is ten dele ontoereikend of niet gemakkelijk toegankelijk.

1.2 Motivatie

Onderzoek wijst erop dat de ventilatie van veel woningen in Nederland tekortschiet (Dongen en Vos, 2007). Onvoldoende luchtverversing leidt tot hogere gehalten van diverse stoffen in de binnenlucht (Lucht et al., 1995) en onvoldoende afvoer van overtollige warmte. Een dergelijk binnenmilieu kan een ongunstig effect hebben op de gezondheid (Fisk et al., 2007; Antova et al., 2008).

1.3 Doel

De richtlijn is bedoeld als hulpmiddel in de openbare gezondheidszorg voor een goed onderbouwde beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen. De richtlijn bundelt informatie en beschrijft een werkwijze die GGD'en kunnen toepassen. De richtlijn geeft een handreiking voor het beantwoorden van twee vragen:

- is er voldoende ventilatie mogelijk?
- wordt er feitelijk voldoende geventileerd?

Deze richtlijn geeft een aantal nieuwe beoordelingsmethoden, criteria en aanbevelingen om het beoordelingsproces te organiseren. Er zijn nog geen eenvoudige protocollen of checklisten ontwikkeld. Bij voorschrijdend inzicht zijn uitbreidingen of aanpassingen mogelijk.

1.4 Kwaliteit van de binnenlucht

Onder het binnenmilieu van een gebouw verstaan we alle fysische, chemische en biologische factoren die relevant kunnen zijn voor de gezondheid, inclusief het welbevinden van de gebruikers van dat gebouw. Veel aspecten van het binnenmilieu worden beïnvloed door ventilatie en ventilatievoorzieningen. Dit geldt onder andere voor het thermische klimaat (warmte/kou/tocht), voor geluid en voor de kwaliteit van de binnenlucht.

De lucht in woningen bevat vele verontreinigende stoffen. De kwaliteit van de binnenlucht in woningen hangt af van de volgende factoren.

1. Bronnen die binnenshuis verontreinigingen verspreiden.
2. Afvoer van de verontreinigingen naar buiten.
3. Verontreinigingen in de toegevoerde buitenlucht.

ad 1. Veel bronnen die de kwaliteit van het binnenmilieu kunnen beïnvloeden, staan genoemd in de richtlijn Voorlichting gezond wonen (Jochems et al., 2005) en in het Handboek binnenmilieu (Peeters, 2007). Het gaat onder andere om de volgende bronnen:

- bouw-, afwerkings-, inrichtingsmaterialen;
- kruipruimte;
- verbrandingstoestellen;
- vocht;
- vervuilde oppervlakken;
- reinigingsmiddelen, bestrijdingsmiddelen, geurmiddelen;
- bewoners, huisdieren, planten, huisstofmijten, ongedierte

De verontreinigende stoffen zijn aanwezig in uiteenlopende concentraties. De concentratie is vooral afhankelijk van de verhouding tussen de ventilatie en de mate waarin stoffen in de binnenlucht komen. Bij een snelle verandering van de concentratie van een verontreinigende stof heeft ook het volume van de ruimte en de richting van de luchtstroming invloed op de concentratie op een bepaalde plek.

ad 2. De afvoer van verontreinigingen is afhankelijk van de luchtverversing als geheel. De luchtverversing wordt beïnvloed door de luchtdichtheid van de buitenschil van woningen, de ventilatievoorzieningen en het gebruik hiervan. De luchtkwaliteit hangt dus mede af van de volgende factoren:

- luchtdoorlatendheid van naden, kieren, brievenbus, enzovoort;
- aanwezigheid van voldoende en bruikbare ventilatievoorzieningen;
- het gebruik van die voorzieningen.

ad 3. Ventilatie voert vervuilde binnenlucht naar buiten af en voert een gelijke hoeveelheid buitenlucht toe. Afvoer van stoffen die binnen vrijkomen en toevoer van zuurstof is overal noodzakelijk voor het beperken van gezondheidsrisico's. In vrijwel alle situaties verbetert ventilatie de kwaliteit van de binnenlucht. De vaak gehoorde redenering '*meer ventilatie vervuult de binnenlucht*' geldt alleen in uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld aan een drukke weg. Zelfs daar geldt dit alleen voor bepaalde stoffen. Als er weinig wordt geventileerd dan stijgen de concentraties van de meeste verontreinigingen in de binnenlucht. Zonder ventilatie nemen in het algemeen de gezondheidsrisico's toe. Ventilatie is daarom noodzakelijk.

1.5 Afbakening

De richtlijn heeft alleen betrekking op continue luchtverversing en gaat dus niet over het kortdurend spuien van veel lucht of het beoordelen van voorzieningen op hun geschiktheid om te spuien.

De richtlijn beperkt zich tot *bestaande* woningen. Voor *nieuw te bouwen* woningen moet de aanvraag voor de bouwvergunning de ventilatievoorzieningen beschrijven en de mogelijke ventilatie berekenen. De beoordeling van bouwplannen vergt een andere methodiek dan beschreven is in deze richtlijn. Preventie van een ongezond binnenmilieu in een nieuw te bouwen woning is het onderwerp van de richtlijn Gezonde woningbouw (Weterings et al., 2005).

Voor werksituaties en bedrijfsmatige kinderopvang gelden andere criteria en andere verantwoordelijkheden. Voor de beoordeling van de ventilatie van scholen is een specifieke richtlijn ontwikkeld (Habets et al., 2007).

Het beoordelen van bronnen en concentraties van specifieke stoffen maakt geen deel uit van deze richtlijn. Ook gaat de richtlijn niet in op bronnen van verontreiniging buitenshuis.

Voor koolmonoxide is een GGD-richtlijn beschikbaar (Kerkhoff et al., 2008). Een GGD-richtlijn betreffende de gezondheidsrisico's van vocht en schimmels in het binnenmilieu is in voorbereiding.

Het Handboek Binnenmilieu wordt bekend verondersteld (Peeters, 2007). In de richtlijn is een aantal onderdelen van het handboek overgenomen, met name uit het hoofdstuk over ventilatie. De bedoeling is dat de lezer met deze richtlijn één overzicht ter beschikking heeft en niet telkens het Handboek erbij hoeft te pakken.

De richtlijn is opgesteld ter ondersteuning van de beoordeling van de ventilatie door GGD-medewerkers en niet door andere deskundigen of door bewoners. De richtlijn is geen handleiding voor het opsporen of voorkomen van alle ventilatieproblemen en evenmin voor het geven van alle mogelijke adviezen over ventilatievoorzieningen of het gebruik ervan.

In 2008 heeft de minister van VROM een beleidsplan vastgesteld: de kabinetsvisie binnenmilieu woningen (VROM, 2008a). Dit beleidsplan behelst onder andere een vereenvoudiging van de regelgeving. Dit kan voor de richtlijn gevolgen hebben die nu nog niet te overzien zijn. Zo nodig zal de richtlijn worden geactualiseerd.

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een algemene beschrijving van ventilatie en ventilatievoorzieningen.

Hoofdstuk 3 noemt de belangrijkste relaties tussen ventilatie en gezondheidsrisico's.

Hoofdstuk 4 bevat de grondslag van het toetsingskader. Hierin staan de wettelijke eisen aan ventilatievoorzieningen. Tevens bevat dit hoofdstuk basisgegevens voor gezondheidkundige toetsing.

Hoofdstuk 5 beschrijft met welke methoden, technieken en criteria GGD'en de ventilatiecapaciteit en de ventilatie kunnen beoordelen.

Hoofdstuk 6 gaat in op de taken en verantwoordelijkheden van de GGD'en en op de prioritering en procedures bij advisering.

Richtlijnen medische milieukunde

Richtlijnen medische milieukunde beogen GGD'en te ondersteunen bij hun taakuitoefening. Een GGD is als gesprekspartner op zijn minst op de hoogte van de mogelijkheden die in de richtlijnen genoemd zijn.

Richtlijnen geven aan wat werkzaam en werkbaar is vanuit professionele optiek en niet wat tot de verplichte of te verwachten activiteiten van een GGD behoort. Elke GGD maakt als (inter)gemeentelijke organisatie eigen keuzes in de inzet op bepaalde taken.

2 Ventilatie en ventilatievoorzieningen; inleiding

2.1 Luchtstromen

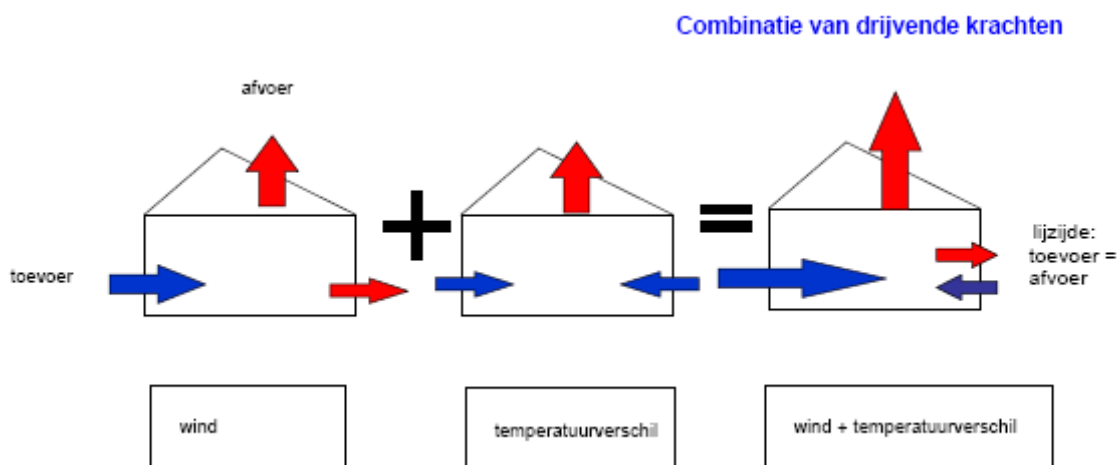
Er zijn in woningen drie soorten luchtstromen te onderscheiden: infiltratie/exfiltratie, ventilatie en spuien. Ventilatie en spuien zijn luchtstromingen via voorzieningen die daarvoor bedoeld zijn. Infiltratie en exfiltratie zijn luchtstromingen die meestal onbedoeld zijn.

Infiltratie	- luchtstroom via kieren en naden naar binnen.
Exfiltratie	- luchtstroom via kieren en naden naar buiten.
Ventilatie	- luchtstroom via een ventilatievoorziening, bedoeld om continu de binnen vrijkomende verontreinigingen en warmte af te voeren.
Spuien (= luchten)	- luchtstroom via een spuivoorziening, bedoeld om zo nodig een extra grote hoeveelheid binnen vrijkomende verontreiniging of warmte af te voeren.

Stroming van lucht kan veroorzaakt worden door verschillende krachten of een combinatie daarvan, zoals:

- mechanische ventilator;
- druk door wind op een gevel en/of onderdruk op de tegenoverliggende gevel;
- druk of onderdruk ter plaatse van ventilatieopeningen van de kruipruimte;
- druk en onderdruk door wind boven het dak;
- temperatuurverschil: warme lucht in een ruimte is lichter dan koudere lucht erbuiten en gaat daardoor omhoog; dit wordt aangeduid als schoorsteeneffect.

De onderdruk aan de lijzijde van de woning, inclusief het dak, zorgt daar voor afvoer van ventilatielucht. Vaak is er bij natuurlijke ventilatie een combinatie van drijvende krachten. Dit is afgebeeld in Figuur 2.1, gebaseerd op een figuur van de GGD Rotterdam (Habets et al., 2004).



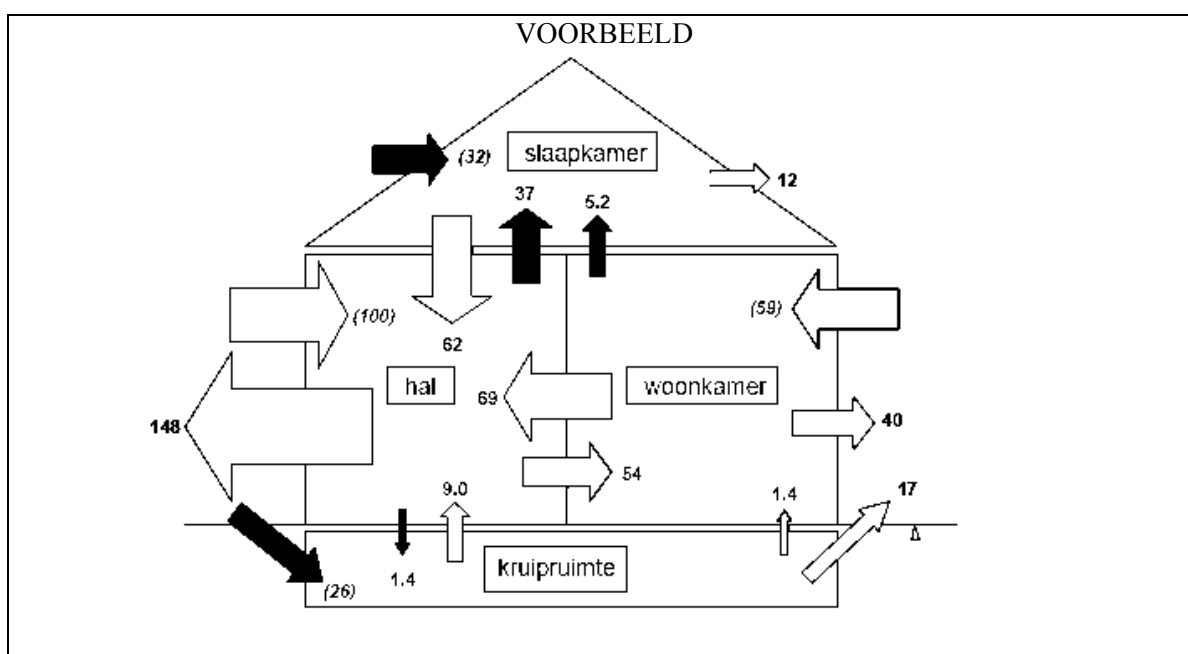
Figuur 2.1 Wind en temperatuurverschil als drijvende krachten voor natuurlijke ventilatie

Het schoorsteeneffect is een verschijnsel dat ook zonder schoorsteen bestaat. Warme lucht is ijler en dus lichter dan koude lucht. Daardoor kan warme lucht opstijgen. Dit fenomeen treedt ook op als het binnen warmer is dan buiten. De lucht verlaat het gebouw aan de bovenkant. Daardoor ontstaat binnen een

onderdruk waardoor van opzij en van onderen lucht wordt aangezogen. Thermische trek ontstaat in een schoorsteen op dezelfde wijze. Het verschil in temperatuur tussen binnen en buiten is de drijvende kracht.

In oudere woningen vindt veel luchtstroming plaats via kieren en naden, vooral via (houten) vloeren, langs kozijnen van ramen en buitendeuren, en via aansluitingen tussen muren en dak. De gemiddelde luchtdoorlatendheid van nieuwe woningen is geleidelijk afgenomen sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw. Ook zijn na 1975 in veel bestaande woningen naden en kieren dichtgemaakt. Toch leveren naden en kieren nog steeds een aanzienlijke bijdrage aan de luchtuitwisseling wanneer bewoners alle ramen en roosters sluiten. Een eventuele open schoorsteen van een houtkachel of open haard is in dergelijke situaties ook een belangrijke route voor luchtafvoer. Dit geldt ook voor ventilatiekanalen zonder ventilator in vooroorlogse woningen.

In moderne woningen die tamelijk luchtdicht zijn, kunnen de luchtstromen heel anders lopen. Als voorbeeld daarvan is Figuur 2.2 opgenomen (Blaauboer et al., 2008). Deze figuur toont gemiddelde luchtstromen; het zijn geen luchtstromen die op een bepaald moment allemaal gelijktijdig aanwezig zijn.



Figuur 2.2 Mediane waarde van luchtstromen (in m³/h) in eengezinswoningen gebouwd tussen 1994 en 2003, gemeten met perfluor-tracergas; cursief tussen haakjes de luchtstromen van buiten naar binnen (Blaauboer et al., 2008)

In Figuur 2.2 is te zien dat in eengezinswoningen die gebouwd zijn van 1994-2003 de afvoer vooral plaatsvindt via de hal, waarschijnlijk door mechanische afzuiging in het toilet en de badkamer. De daardoor ontstane onderdruk in de hal trekt veel lucht aan uit de woonkamer en de slaapkamer(s). De onderdruk in de hal leidt daar ook tot toevoer van buiten. Deze toevoer in de hal komt vermoedelijk binnen door de brievenbus en de kieren rond de voordeur. Dit is een lekstroom van lucht die deels meteen weer naar buiten wordt afgevoerd. De hal is de meest geventileerde ruimte van de moderne woning. Voor de gezondheid is dit niet efficiënt. Een luchtdichtere gevel van de hal kan de doorstroming van woonkamer en slaapkamer bevorderen.

In tamelijk nieuwe woningen laat de gevel van de hal relatief veel lucht door.

In Figuur 2.2 is zichtbaar dat er gemiddeld meer luchttoevoer naar de woonkamer is dan naar de slaapkamer. In de woonkamer komt de toevoer vooral van buiten. De afvoer uit de woonkamer gaat deels naar buiten, waarschijnlijk mede door afzuiging in de keuken. De meeste woningen van de laatste decennia hebben een open keuken. Toch is er vanuit de woonkamer meer afvoer naar de hal. In de slaapkamer komt de helft van de toevoer uit de hal en de andere helft van buiten; waarschijnlijk via een rooster of raam.

In Figuur 2.2 is ook te zien dat in woningen gebouwd rond 2000 de kruipruimte nog steeds een bijdrage levert aan de luchttoevoer. Deze bijdrage is ongewenst wegens verontreinigingen in de kruipruimtelucht, zoals radon en schimmels.

In een onderzoek van ‘gereedgekomen woningen bij oplevering’ is de luchtdichtheid van de vloer boven de kruipruimte gemeten (Kuindersma en Ruiters, 2007). Daaruit bleek dat in zeven van de achttien woningen de luchtdichtheid van die vloer niet voldeed aan de wettelijke eisen, die bedoeld zijn om de aanvoer van vochtige lucht uit de kruipruimte te beperken. Luchtlekken waren vooral:

- het kruipluik;
- leidingdoorvoeren in de meterkast;
- leidingdoorvoeren naar de radiatoren of convectorbakken.

De totale luchtdichtheid van de woning, bedoeld om het energieverlies door kieren en naden te beperken, voldeed wel aan de eisen.

In veel woningen vindt een deel van de luchttoevoer plaats via de kruipruimte.
In veel nieuwe woningen voldoet de luchtdichtheid van de vloer boven de kruipruimte niet aan de wettelijke voorschriften.

In een modale woning is de gemiddelde luchtverversing $210 \text{ m}^3/\text{uur}$ (Pernot et al., 2003).

2.2 Ventilatievoud

De luchtstromen in woningen zijn niet constant. De ventilatie kan per ruimte snel veranderen. Ook het tempo waarin stoffen binnen vrijkomen, is veranderlijk. Beide hebben invloed op de concentratie van die stoffen in de binnenlucht. Bij snelle veranderingen in verdunning of bronsterkte hangt de concentratie van de verontreiniging in de lucht mede af van het volume van de ruimte.

Om de maat van een ruimte te betrekken in het karakteriseren van de ventilatie, wordt vaak het ventilatievoud berekend. Niet correct maar simpel gezegd is het ventilatievoud het aantal keren per uur dat de lucht verversd wordt. Voorbeeld: in een ruimte van 100 m^3 met een ventilatie van $200 \text{ m}^3/\text{uur}$ is het ventilatievoud 2/uur.

Het ventilatievoud van een ruimte is het volume van de luchtstroom per uur gedeeld door het volume van die ruimte.

Bij normaal gebruik van de ventilatievoorzieningen ligt het ventilatievoud vaak tussen 0,2 en 1,0 per uur. Dit betekent dat doorgaans de luchtverversing per uur een stroming is met een volume van 1/5 tot 1 keer de inhoud van de betreffende ruimte.

2.3 Ventilatievoorzieningen

Voorzieningen voor ventilatie zijn bouwkundige middelen en installatietechnische middelen die bedoeld zijn om luchtverversing mogelijk te maken. Naden, kieren en een openstaande brievenbus tellen in

bestaande bouw mee voor het berekenen van de oppervlakte waardoor ventilatie mogelijk is. In een ventilatieberekening ten behoeve van het aanvragen van een bouwvergunning is dit niet het geval. Er zijn voorzieningen voor mechanische ventilatie en voorzieningen voor natuurlijke ventilatie. Bij mechanische ventilatie levert een elektrische ventilator de drijvende kracht. Inblaas- en/of afzuigpunten van mechanische ventilatie zijn in veel gevallen aangebracht aan de kant van de gang of overloop. Dit heet kernzijdig, in tegenstelling tot schilzijdig: aan de buitenkant van de woning.

Tussen de toevoer en de afvoer bevinden zich vaak één of meer binnenwanden met binnendeuren. Die kunnen een overstroomvoorziening hebben om de luchtstroom door te laten. Een overstroomvoorziening is meestal een spleet onder een binnendeur of een rooster in een binnendeur of binnenwand.

Een ventilatievoorziening is bedoeld voor het afvoeren van verontreinigingen die binnen regelmatig vrijkomen. Aan de capaciteit van ventilatievoorzieningen en de richting van hun luchtstroom in bestaande woningen zijn wettelijke eisen gesteld (zie hoofdstuk 4). Er gelden ook eisen voor de regelbaarheid van de ventilatieopening en de stromingsrichting van de ventilatielucht. Voor nieuwbouw gelden bovendien eisen voor de plaats van de ventilatieopening en de lichtsnelheid in de leefzone (zie paragraaf 4.2.6).

Voor het afvoeren van verontreinigingen van incidentele bronnen binnen en voor het afvoeren van warmte moet een woning ook beschikken over spuivoorzieningen. Dit zijn ramen of buitendeuren die wijd open kunnen om snel veel binnenlucht af te voeren wanneer die eventueel te warm is of opeens sterk verontreinigd, bijvoorbeeld door aangebrand voedsel. Daarvoor gelden aparte eisen (zie Bijlage 4). Sommige voorzieningen zijn geschikt voor zowel spuien als ventileren. Ventilatievoorzieningen moeten zo veel capaciteit hebben dat spuien in normale situaties niet nodig is.

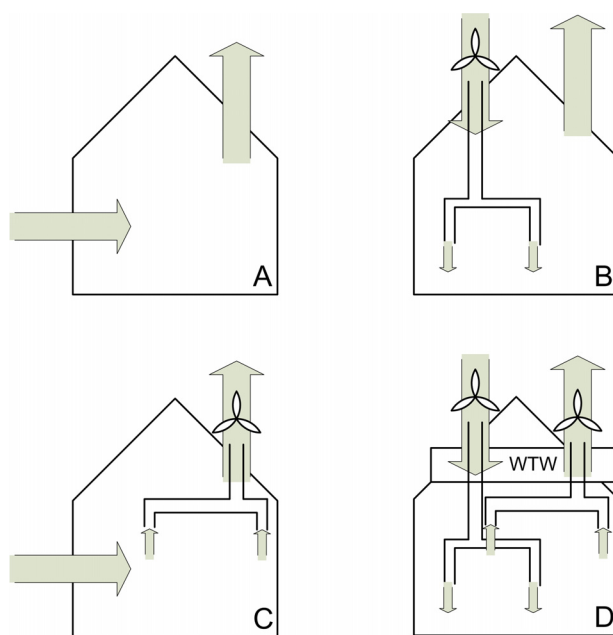
Ook in de keuken zouden de ventilatievoorzieningen afdoende moeten zijn. Een wasemkap of afzuigkap boven het kooktoestel is officieel geen ventilatievoorziening. In de praktijk functioneert hij meestal als een aanvulling op de spuivoorzieningen. Als hij uit staat, sluit hij in sommige woningen een ventilatiekanaal af.

2.4 Ventilatiesystemen

Voor een leek staat een ventilatiesysteem gelijk aan mechanische ventilatie. Deze richtlijn volgt echter het technische spraakgebruik waarin natuurlijke ventilatievoorzieningen ook deel uitmaken van een ventilatiesysteem.

Er zijn veel verschillende ventilatiesystemen in gebruik. Vaak worden ze ingedeeld in 4 typen (NNI, 1999/2000). Type B komt zelden voor.

- A. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer.
- B. Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer.
- C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.
- D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer, vaak met warmteterugwinning. Omdat toevoer en afvoer idealiter even groot zijn, noemt men dit gebalanceerde ventilatie.



Figuur 2.3 Ventilatieprincipes, ontleend aan Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007) :

- A. natuurlijke toe- en afvoer,**
- B. mechanische toevoer en natuurlijke afvoer,**
- C. natuurlijke toevoer en mechanische afvoer,**
- D. mechanische toe- en afvoer met warmteterugwinning.**

(Het aantal getekende kanalen is willekeurig en kan in werkelijkheid verschillen)

Recent worden steeds meer hybride systemen toegepast waarbij mechanische ventilatie bijgeschakeld wordt wanneer een sensor aangeeft dat de natuurlijke ventilatie tekortschiet. Om met Hasselaar te spreken: ‘natuurlijk zolang het kan, mechanisch zodra het moet’. De hybride systemen kunnen de voordelen van natuurlijk en mechanisch combineren.

De mechanische toevoer kan centraal of decentraal zijn. Centraal betekent één ventilator voor de hele woning; decentraal betekent verscheidene ruimten met een eigen ventilator. Vooral balansventilatie (systeem D) wordt steeds vaker decentraal toegepast. De toevoer en de afvoer kunnen dan gecombineerd zijn met een radiator.

Systeem C (mechanische afzuiging) en D (balansventilatie) kunnen door een sensor aangestuurd worden. Men noemt dit vraaggestuurd of behoeftegestuurd. In veel gevallen meet de sensor kooldioxide. Het systeem heet dan CO₂-gestuurd.

Sommige roosters voor natuurlijke toevoer sluiten zich automatisch verder naarmate de winddruk toeneemt. Daardoor is de luchtstroom tamelijk constant en weinig beïnvloed door de wind. Dit heet drukgestuurd, windgestuurd of zelfregelend.

Elk type ventilatiesysteem heeft voordelen en nadelen. De belangrijkste staan in Tabel 2.1, die opgesteld is op basis van het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007). Het energieverbruik is verder geen onderwerp in deze richtlijn.

Tabel 2.1 Voor- en nadelen van ventilatiesystemen (bewerkt naar Peeters, 2007)

<i>Ventilatiesysteem</i>	<i>Voordelen</i>	<i>Nadelen</i>
A. natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	- robuust systeem - begrijpelijk systeem - geen installatiegeluid - weinig onderhoud	- kans op tocht/hinder bij koud weer - luchtverversing is weersafhankelijk - soms te veel ventilatie en dan onnodig hoog energiegebruik - kans op hinder door geluid van buiten - kans op onveiligheid bij open raampjes - voldoet niet zomaar aan wettelijke ventilatie-eisen
C. natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	- relatief robuust systeem - redelijk begrijpelijk systeem - afvoer onafhankelijk van weer	- kans op tocht/hinder bij koud weer - luchttoevoer deels afhankelijk van tocht - soms te veel ventilatie en dan onnodig hoog energiegebruik - kans op hinder door installatiegeluid - kans op hinder door geluid van buiten - kans op onveiligheid bij open raampjes - kans op verontreiniging en onregeling - zonder onderhoud afname van werking
D. mechanische toevoer en mechanische afvoer	- toevoer en afvoer onafhankelijk van weersomstandigheden - minder kans op tocht (indien luchtstromen goed verdeeld zijn) - enige filtering van toegevoerde lucht is mogelijk - minder geluid van buiten - mogelijk energiezuinig (WTW)	- veel kans op hinder door installatiegeluid ook in slaapkamers - kans op tocht/hinder bij inblaaspunten - gevoelig voor fouten in ontwerp, installatie en onderhoud - systeem kan zelf een bron zijn van verontreiniging van binnenlucht - kans op onbegrijpelijkheid voor bewoner - kans op ontevreden bewoners als er geen roosters of raampjes open kunnen - frequent onderhoud filters noodzakelijk - zonder bypass kans op oververhitting

Bij een mechanisch ventilatiesysteem hoort een opleveringsrapport met een inregelstaat, een onderhoudsplanning en een reinigingslogboek.

Een mechanisch ventilatiesysteem kan zelf hinderlijk geluid veroorzaken (zie paragraaf 3.5.2). Een opening voor natuurlijke ventilatie kan hinderlijk geluid van buiten naar binnen doorlaten. Hinderlijk geluid kan ertoe leiden dat er niet optimaal wordt geventileerd.

2.4.1 Afname capaciteit mechanische ventilatie

Indien de ventilator en de kanalen niet goed worden onderhouden en gereinigd, kan de ventilatiecapaciteit snel afnemen. Voor afname van de afzuigcapaciteit zijn de percentages gemeten die in Tabel 2.2 vermeld zijn.

Tabel 2.2 Afname van de afzuigcapaciteit met de tijd (Ginkel en Hasselaar, 2002)

aantal jaren na de bouw	procentuele afname van de capaciteit	
	gemiddelde	spreiding
3	25	5-50
5	50	10-75
10	60	40-100

De percentages in de tabel hebben betrekking op de totale capaciteit per woning. Per ruimte is de spreiding nog groter. In de keuken is de afname het sterkst. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de verontreinigingen die vrijkomen bij bakken en braden.

2.5 Filtering

Systemen voor mechanische luchttoevoer en sommige afvoersystemen bevatten filters om verontreinigingen tegen te houden. Het gaat daarbij vooral om het verminderen van grove verontreiniging die het functioneren van het systeem kan belemmeren. Kleine deeltjes en gasvormige verontreiniging worden door de gebruikelijke filters niet tegengehouden. Richtlijnen voor filters staan in paragraaf 4.3.6.

Sommige systemen geven een waarschuwing wanneer het filter slecht doorgankelijk is geworden door ophoping van verontreinigingen. Het signaal berust op het meten van het luchtdrukverschil voor en achter het filter. Als het signaal aangaat, is het filter al heel lang verontreinigd. Dit is vooral zorgelijk in een mechanische luchttoevoer omdat het verontreinigde filter daar invloed heeft op de kwaliteit van de ingeblazen lucht (zie paragraaf 3.3).

2.6 Bruikbaarheid

De ventilatie is mede afhankelijk van het type systeem, de capaciteit van de ventilatievoorzieningen, hoe gemakkelijk ze te onderhouden zijn en andere technische eigenschappen van het product. Van belang is ook de bruikbaarheid. Deze is afhankelijk van de situatie waarin en de wijze waarop de ventilatievoorzieningen zijn aangebracht. Het gaat daarbij vooral om de volgende aspecten:

- buitenluchtkwaliteit;
- veiligheid: kans op inbraak, enzovoort;
- gemak: bereikbaarheid, bedienbaarheid, regelbaarheid, inzichtelijkheid;
- obstakels buiten en binnen;
- geluid van buiten en van de installatie zelf;
- tocht;
- reinigbaarheid, onderhoudsvriendelijkheid.

Voorzieningen en systemen zijn vaak zo slecht bruikbaar dat van bewoners niet verwacht mag worden dat zij ze adequaat gebruiken. Problemen door geluid of tocht zijn uitgewerkt in paragraaf 3.5.2 en 3.5.3. Bovendien is de onderhoudstoestand vaak zo slecht of staan obstakels de luchtstroom zodanig in de weg, dat de prestatie beduidend onder het niveau ligt van de capaciteit die het systeem kon halen toen het nieuw was. Voor een beoordeling van de bruikbaarheid zie paragraaf 5.4.1 tot en met 5.4.7.

3 Invloed van ventilatie op gezondheid

3.1 Risico's samenhangend met ventilatie en ventilatievoorzieningen

Er is in woningen weinig onderzoek gedaan naar de relatie tussen ventilatievoorzieningen of ventilatie enerzijds en de kans op aandoeningen anderzijds. Gezondheidsrisico's kunnen in principe optreden door de volgende factoren.

- De voorzieningen transporteren verontreinigingen van buiten naar binnen (zie paragraaf 3.2).
- De voorzieningen verspreiden zelf verontreinigingen (zie paragraaf 3.3).
- De voorzieningen leiden tot omkeer van stroming in afvoerkanalen voor verbrandingsproducten (zie paragraaf 3.4).
- De voorzieningen hebben niet genoeg capaciteit, worden niet goed onderhouden, zijn niet goed bruikbaar of worden onjuist gebruikt, waardoor de ventilatie tekortschiet (zie paragraaf 3.5).
- De voorzieningen en de ventilatie zijn niet afwijkend, maar bij bepaalde voorzieningen is de kans op gezondheidsproblemen verhoogd (zie paragraaf 3.6).

3.2 Toevoer van verontreinigde buitenlucht

De binnenlucht bevat verontreinigingen die uit de buitenlucht afkomstig zijn. Dat is onvermijdelijk omdat zelfs bij gesloten ventilatievoorzieningen de meeste gassen en (ultra)fijn stof door infiltratie binnenkomen. Ook de gebruikelijke filters houden de meeste gassen en (ultra)fijn stof niet of nauwelijks tegen.

De concentratie van sommige verontreinigingen die van buitenaf binnenkomen, daalt snel, bijvoorbeeld met een halfwaardetijd van minder dan een kwartier tot een uur (Weschler, 2000). Daarbij kan een aantal mechanismen een rol spelen.

- Grote stofdeeltjes kunnen in een filter achterblijven of binnen neerslaan door hun gewicht en door het ontbreken van sterke luchtstromingen in huis.
- Enkele verontreinigingen, zoals ozon, reageren met oppervlakken en met gassen zoals limoneen. Daarbij ontstaan onder andere aldehyden.
- Andere binnenkomende gassen zoals cresol kunnen adsorberen aan oppervlakken. Later kunnen ze weer desorberen.

Van de meeste andere verontreinigingen blijft de concentratie binnen ongeveer gelijk aan de concentratie buiten, tenzij er ook in pandige bronnen van die verontreiniging zijn.

Sommige verontreinigingen van de buitenlucht zitten in nauwelijks lagere concentraties ook in de binnenlucht.

Epidemiologisch onderzoek toont een relatie tussen in de buitenlucht gemeten verontreinigingen en gezondheidsrisico's; voor een overzicht zie GGD-richtlijn Luchtkwaliteit en Gezondheid (Zee en Walda, 2008). De concentratie binnen fluctueert met de concentratie buiten. Het gezondheidsrisico dat in het epidemiologisch onderzoek is vastgesteld, is het gevolg van blootstelling buitenshuis plus blootstelling binnenshuis.

Het risico hangt af van de concentratie en de blootstellingsduur. De blootstelling is binnen vaak langduriger dan buiten. De blootstelling binnenshuis draagt dus waarschijnlijk in belangrijke mate bij aan het risico.

Toch is dit geen goede reden om niet te ventileren. Woningen bevatten altijd bronnen van vluchtige stoffen, dampen en deeltjes. De concentratie van de meeste van deze verontreinigingen is in de

binnenlucht groter dan in de buitenlucht. Luchtverversing verlaagt de concentratie van deze verontreinigingen in huis.

Zelfs in een omgeving met verontreinigde buitenlucht zal ventilatie de kwaliteit van de binnenlucht meestal verbeteren.

De verhouding tussen de concentraties van stoffen in de binnenlucht en de buitenlucht (indoor/outdoor ratio) hangt af van veel factoren, vooral de volgende:

- ventilatie;
- filtratie;
- bronsterkte binnenshuis;
- reactieve stoffen in de binnenlucht;
- vergroting van oppervlakte adsorptie/desorptie door bijv. textiele vloerbedekking;
- turbulentie van de binnenlucht.

Ook de plek van de inlaat van de luchttoevoer kan een rol spelen. De inlaat van een mechanische luchttoevoer kan lucht aanzuigen met verontreinigingen uit de uitlaat van een afvoer van verbrandingsproducten of een luchtafvoer. Bij balansventilatie wordt niet zelden geklaagd over luchtjes van de burens doordat de inlaat op het dak binnen de invloedssfeer van de uitlaat van de burens staat. Ook een lek in een gemeenschappelijk ventilatiekanaal of in kanalen binnen een gemeenschappelijke koker kan leiden tot dergelijke klachten.

Verder kan er binnen een woning kortsluiting bestaan tussen een mechanische luchttoevoer en afvoer door lekkage of verwisseling van aansluitingen van delen van kanalen.

Door veel ventilatie tijdens spitsuren en minder gedurende de rest van de dag, kunnen de concentraties van stoffen zoals benzeen binnen gemiddeld hoger zijn dan buiten. In een omgeving met veel verkeer is de indoor/outdoor ratio te verlagen door het beperken van de ventilatie tijdens de spitsuren of door mechanische luchttoevoer van grote hoogte en/of afstand van de weg, waar de concentraties lager zijn (Hitchins et al., 2002; Mendell et al., 2008).

Een efficiënt filtersysteem in een mechanische luchttoevoer kan leiden tot een vermindering van de gezondheidsschade door verontreinigde buitenlucht (Hänninen et al., 2005; Weschler 2006).

3.3 De voorzieningen verspreiden zelf verontreinigingen

Onderzoek naar de invloed van ventilatie op de gezondheid is meer uitgevoerd in kantoren dan in woningen. De kans op gebouwgerelateerde klachten is groter in kantoren met mechanische luchttoevoer met koeling (airco) (Seppänen en Fisk, 2002). In een airco kan microbiële groei optreden, vooral op onderdelen die vochtig zijn door condensvorming. De ingeblazen lucht kan micro-organismen bevatten of bestanddelen daarvan zoals endotoxinen, die een extrinsieke allergische alveolitis (ook bekend als hypersensitivity pneumonitis) of humidifier fever kunnen veroorzaken (Laumbach en Kipen, 2005). Ook onwelbevinden en klachten van ogen, keel en huid zijn in verband gebracht met bioaerosolen in gecontamineerde lucht die mechanisch verspreid werd.

Er zijn aanwijzingen dat in kantoren met mechanische luchttoevoer ook zonder koeling meer klachten optreden dan met natuurlijke luchttoevoer (Seppänen en Fisk, 2002). Dit is verder uitgewerkt in paragraaf 3.6.2.

Filters verlagen het aantal deeltjes in de mechanisch toegevoerde buitenlucht. Toch is het niet zo dat filtering de kwaliteit van de binnenlucht in alle opzichten verbetert. Als de relatieve vochtigheid van de

buitenlucht aanhoudend hoger is dan 80%, vermenigvuldigen micro-organismen zich op toevoerfilters en komen terecht in binnenlucht (Möritz et al., 2001). Het is de vraag of natuurlijke toevoer via vervuilde roosters schoner is (Roijen en Op 't Veld, 2000).

Onderzoek in kantoren wijst erop dat lang gebruikte filters een negatief effect hebben op de subjectieve luchtkwaliteit, op gebouwgerelateerde klachten en op het functioneren en de prestaties (Clausen, 2004). Dezelfde effecten traden op in een experiment met luchttoevoer via filters die een halfjaar gebruikt waren (Wargocki et al., 2004). Het vergroten van de luchttoevoer via een dergelijk filter verslechterde de subjectieve luchtkwaliteit.

Waarschijnlijk vinden op het filter chemische reacties plaats door reactieve stoffen zoals ozon in de toegevoerde lucht (Weschler, 2001). Hierbij ontstaan reactieproducten die een ongunstige invloed hebben op de luchtkwaliteit binnenshuis.

Er zijn aanwijzingen dat de vervuiling op de toevoerfilters een negatieve invloed heeft op de objectieve luchtkwaliteit, mogelijk door reacties met ozon uit de buitenlucht (Clausen, 2004; Bekö, 2006). Hoe meer ozon buiten, des te meer formaldehyde, acetaldehyde, pentanal, hexanal en nonanal in de binnenlucht (Apte et al., 2008). Het plaatsen van een schoon filter verbetert de kwaliteit van de ingeblazen lucht (Bekö et al., 2008).

Ook het filtermateriaal zelf kan een rol spelen. Er zijn veel meer klachten over irritatie van ogen, neus, keel en luchtwegen, hoest, vermoeidheid en hoofdpijn in kantoorgebouwen met luchttoevoer via filters van polyester en ander synthetisch materiaal dan bij toevoer via een glasvezelfilter. Nog minder klachten zijn er in gebouwen met luchttoevoer via filters van vezels van glas, katoen of cellulose in een omgeving met weinig ozon.

De subjectieve luchtkwaliteit verbetert door een coating van actieve kool op de toezijde van het filter (Mysen et al., 2006) of door een actieve-koolfilter in serie te plaatsen voor een gewoon toevoerfilter (Bekö et al., 2008). Actieve kool verlaagt de concentratie van onder andere ozon in de passerende lucht en waarschijnlijk ook van reactieproducten.

In woningen zijn er aanwijzingen dat mechanische luchttoevoer een negatieve invloed heeft op het welbevinden en andere subjectieve gezondheidsparameters (Duijm et al., 2007). Het is onbekend welke kwaliteitsfactoren daarbij precies van belang zijn.

3.4 De voorzieningen trekken verbrandingsproducten uit afvoerkanalen

Wanneer de (mechanische) afvoer domineert, ontstaat binnen een onderdruk. Onderdruk kan leiden tot lekkage uit of tot omkeer van de stromingsrichting in afvoerkanalen van verbrandingsgassen. Een dergelijke *trek-omkeer* is mogelijk een oorzaak van de meetbare koolmonoxidegehalten (CO) in veel woningen.

In sommige gevallen is een normaal functionerende mechanische afzuiging in staat om een dodelijke concentratie CO aan te zuigen uit de opening voor luchttoevoer van een cv-ketel. Een sterfgeval is beschreven in een mechanisch afgezogen badkamer met de deur naar een halletje. In het halletje zat een deur van een kast met een cv-ketel van het open type met een open luchttoevoer via het dak (Janssen en Wessels, 1995). In de kastdeur zat een rooster. De verbrandingsgassen waren blijkbaar via het rooster en het halletje naar de badkamer gezogen.

Waarschijnlijk zijn er veel gevallen die minder ernstig zijn en daardoor niet opvallen. Voor nadere informatie zie de Richtlijn Koolmonoxide (Kerkhoff et al., 2008). De laatste tien jaar zijn de meeste nieuwe verwarmingsketels van het gesloten type.

Ook gehalten van stikstofoxiden lopen hoger op door trek-omkeer. Bij metingen is gebleken dat de concentratie van NO₂ gemiddeld hoger is in woningen met gaskachels die geen directe luchttoevoer van buiten hebben maar hun lucht uit de woning halen (Lucht et al., 1995). Stikstofoxiden kunnen nadelige effecten hebben, met name op de luchtwegen. De invloed van verbrandingstoestellen op de binnenluchtkwaliteit is beschreven in hoofdstuk 8 van het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007).

3.5 Onvoldoende luchtverversing

De gezondheid wordt nadelig beïnvloed door de gebrekkige luchtverversing in woningen. Het tekortschieten van de ventilatie kan een aantal oorzaken hebben:

- gebrek aan capaciteit van het ventilatiesysteem;
- onvoldoende bruikbaarheid van het systeem;
- onjuist gebruik van het systeem.

Een afname van luchtverversing kan samenhangen met energiebesparing. Er zijn aanwijzingen dat CARA-patiënten meer klachten hebben in energiezuinige woningen (Pernot et al., 2003).

3.5.1 Gebrek aan capaciteit

Ruime ventilatie heeft een gunstige invloed op de blootstelling aan de verontreinigingen die binnen vrijkomen. Voorzieningen voor natuurlijke ventilatie hebben vaak een ruime capaciteit (Dongen en Vos, 2007). De feitelijke luchtstroom is echter vaak minder dan de capaciteit. Dit komt doordat roosters en raampjes bij koud of winderig weer worden gesloten om tocht te voorkomen. Zelfs als ze openstaan bij mooi weer, is de luchtstroom soms minder dan de capaciteitswaarde. Dit kan optreden wanneer de drijvende krachten gering zijn: weinig wind op de gevel en weinig temperatuurverschil tussen binnen en buiten.

De capaciteit van systemen voor mechanische ventilatie is kleiner. Ze kunnen in veel gevallen al bij oplevering minder lucht verplaatsen dan wettelijk vereist is. Dit heeft de volgende oorzaken:

- onjuist ontwerp (kanalen met te weinig diameter of teveel bochten; inblaasventielen met belemmeringen, enzovoort);
- plaatsing van een systeem met een te kleine capaciteit;
- vernauwen van de kanalen tijdens de bouw door indeuken of door lekkage van specie via de naden;
- onjuiste installatie/montage/inregeling;

Bij metingen in tamelijk nieuwe woningen bleek dat de afzuigcapaciteit in 84% van de woningen in ten minste één van de ruimten geringer was dan de wettelijke eisen (Meijer en Duijm, 2002). Dit geldt voor de luchtstroom in de hoogste stand van de schakelaar en met de ventielen zoals die werden aangetroffen. In Vathorst was de afzuigcapaciteit onvoldoende in 72% van de woningen met natuurlijke toevoer en 85% met balansventilatie (Duijm et al., 2007). De capaciteit van de mechanische *toevoer* was er onvoldoende in 23% van de woningen met balansventilatie.

Ook bij metingen in opdracht van de VROM-Inspectie in veertig nieuwbouwwoningen bleken al tijdens de oplevering de ventilatiesystemen te zwak en niet goed ingeregeld (Slot en Op 't Veld, 2005). De afzuigcapaciteit voldeed niet aan de wet in 71% van de woningen met balansventilatie en in 56% met andere ventilatiesystemen. De *toevoer*capaciteit voldeed niet in 31% van de woningen met balansventilatie en in 9% zonder. De VROM-Inspectie heeft dit onderzoek laten herhalen door andere onderzoekers in 154 andere woningen tijdens de oplevering (Kuindersma en Ruiters, 2007). Daar bleek de afzuigcapaciteit onvoldoende in 42 respectievelijk 49% van de woningen met respectievelijk zonder balansventilatie. De *toevoer*capaciteit voldeed niet aan de wettelijke eisen in 23 respectievelijk 17% van de woningen.

De theoretische capaciteit van mechanische ventilatie wordt in de meeste woningen net op het niveau van het wettelijke minimum ontworpen. Zelfs als deze capaciteit bij oplevering werkelijk beschikbaar is, blijft dit niet lang zo. Door vervuiling, ontregeling en slijtage neemt de capaciteit snel af (zie paragraaf 2.4.1). Zelfs bij goede reiniging en zonder ontregeling is afname van de capaciteit te verwachten door slijtage. Naarmate er bij oplevering meer overcapaciteit is, kan de capaciteit gemakkelijker jarenlang boven het wettelijk vereiste minimum blijven. Overcapaciteit is in principe ook gunstig ter beperking van de geluidproductie doordat de installatie minder op zijn volle vermogen hoeft te draaien. Op vol vermogen maakt een ventilator doorgaans meer geluid dan een krachtiger ventilator die op deelvermogen draait en hetzelfde debiet haalt.

Veel systemen voor mechanische ventilatie hebben drie standen. De capaciteit van een systeem wordt bepaald in zijn hoogste stand. Die stand wordt echter meestal slechts kortdurend gebruikt vanwege lawaai en tocht (Bader en Blaauboer, 2009). Dit geldt ook voor de middelste stand. Om deze reden wordt vaker de laagstand gebruikt en is het debiet van de laagstand relevant voor de gezondheid. Uit onderzoek van Meijer en Duijm (2002) blijkt dat het debiet in de laagstand van de afzuiging in de keuken negatief correleert met het CO₂-gehalte van de lucht in de woonkamer.

Het debiet van de laagstand is meestal een bepaalde fractie van de capaciteit (zie paragraaf 5.2.3). Een overcapaciteit betekent in de praktijk dus dat in de laagstand een hoger debiet te verwachten is.

De capaciteit van mechanische ventilatie is vaak krap voor het afvoeren van de normale hoeveelheid waterdamp die in een woning vrijkomt (Ginkel en Hasselaar, 2002). Dit geldt vooral in de badkamer, maar ook in een tweepersoonsslaapkamer wanneer de buitentemperatuur hoger is dan 15 °C.

3.5.2 Onvoldoende bruikbaarheid door geluidniveau

Er is weinig onderzoek gedaan naar de invloed van het geluid van ventilatiesystemen in woningen op de gezondheid. Factoren die kunnen bijdragen aan hinder zijn onder andere:

- geluidniveau;
- verschil tussen geluidniveau van verschillende ventilatiestanden;
- beleving van het geluid;
- niveau van het achtergrondgeluid.

Een verband tussen het gemeten geluidniveau en de ervaren hinder is onder andere in Vathorst beschreven (Duijm et al., 2007). Er bestond significant meer hinder bij niveaus boven 35 dB(A) in woonkamers en slaapkamers. Veel mensen geven echter al hinder aan bij minder geluid: in een slaapkamer bij een geluidniveau hoger dan 20-25 dB(A) en in de woonkamer bij een geluidniveau hoger dan 25-30 dB(A). Het gaat niet alleen om het absolute niveau maar om het contrast. Als bij het inschakelen van een hogere stand van het ventilatiesysteem het geluidniveau toeneemt met 8 dB(A) is er meer hinder dan als het met 5 dB(A) toeneemt (Bader en Blaauboer, 2009).

Het geluidniveau waarbij hinder optreedt, wordt mede bepaald door de perceptie van het geluid. De perceptie hangt onder andere af van waardering voor de bron en de beheersbaarheid daarvan. Voor veel mensen begint de hinder van mechanische ventilatie bij hoorbaarheid ervan. De ondergrens voor hinder is dus wat hoger op plaatsen waar het achtergrondniveau al hoger ligt, bijvoorbeeld door verkeerslawaai. Omgekeerd kan het buitensluiten van omgevingsgeluid door balansventilatie of suskasten leiden tot hinder van lage geluidniveaus.

Uit onderzoek van Bader en Blaauboer (2009) blijkt dat in willekeurige moderne woningen de modale geluidniveaus met de mechanische ventilatie in stand 2 en 3 in woonkamers 29 respectievelijk 32 dB(A) zijn. In de slaapkamers loopt het maximum op tot 65 dB(A) in stand 3. Dat is niet rustig slapen als een huisgenoot staat te douchen met de ventilatie hoog. Het percentage woningen waarin het geluidniveau in de woonkamer de 30 dB(A) overschrijdt bedraagt 35% in stand 2 en 64% in stand 3. Voor de slaapkamers zijn deze percentages 29% in stand 2 en 37% in stand 3.

Ventilatievoorzieningen kunnen op een aantal manieren geluid produceren.

- Doorlaten van geluiden van buiten naar binnen. Dit is te voorkomen door een suskast: een geluiddempend rooster.
- Geluidproductie door een ventilator. Het is van belang dat de ventilator rustig en stabiel draait. Meestal is dit niet het geval als hij op zijn hoogste toerental draait.
- Geleiding van geluid via de ophanging van de ventilatorbox. Dit is vooral een probleem als de wand te weinig massa heeft en gaat resoneren: een klankbordfenomeen. Het is te voorkomen door de ventilatorbox op een zware wand of met geluiddempend materiaal te monteren.
- Plaatsing van de ventilatorbox op een overloop, bijvoorbeeld boven de trap, levert geen demping van geluid. Dit is te voorkomen door plaatsing in een aparte (kast)ruimte.
- Geleiding via de lucht in ventilatiekanalen. Dit is te voorkomen door akoestische ontkoppeling: een geluiddempend kanaal tussen de ventilatiebox en het kanalenstelsel. Hiervoor bestaan dempende flexibele slangen en nog beter dempende vaste voorzieningen. Ook zijn er geluiddempende ventielen op de markt.
- Geluidproductie door onregelmatig stromende lucht in ventilatiekanalen en ventielen. Dit is te voorkomen door lage luchtsnelheden, dus door ruime kanalen zonder deuken en zonder naar binnen stekende materialen zoals specie, en zonder scherpe bochten of diameter- of vormverandering bij aansluitingen. De lucht moet zo verdeeld zijn dat ventielen niet zo veel moeten knijpen dat ze gaan fluiten.
- Geleiding van geluiden via ventilatiekanalen van de ene ruimte naar een andere; dit heet overspraak. Dit is te voorkomen door geluiddemping in de aansluiting van ventielen.
- Fluiten van ventilatieroosters op hogere verdiepingen. Dit is te voorkomen door het kiezen van een rooster dat geschikt is voor grote hoogte.

Het beperken van geluidhinder kan het beste plaatsvinden in het ontwerp en tijdens de bouw, maar ook in bestaande woningen is vaak geluidreductie mogelijk (Verkade et. al., 2009).

3.5.3 Onvoldoende bruikbaarheid door tocht

Tocht is een luchtbeweging die waargenomen wordt door plaatselijke afkoeling van de huid. Veel mensen vinden elke voelbare luchtbeweging binnenshuis ongewenst. De afkoeling kan op zich min of meer hinderlijk zijn. Maar de negatieve perceptie van tocht berust veeleer op het idee dat tocht kan leiden tot onder andere verkoudheid. Dit is een ongegronde angst. Tocht heeft weinig of geen invloed op virusinfecties. Bij langdurige intensieve plaatselijke afkoeling kan wel een tijdelijke aandoening optreden van onder andere spieren, zodat bijvoorbeeld een 'stijve nek' ontstaat.

De mate waarin luchtbeweging wordt waargenomen als tocht hangt af van veel factoren:

- de plaatselijke luchtsnelheid,
- en de wisselingen daarin (= turbulentie);
- de relatieve luchtvochtigheid;
- de luchttemperatuur;
- de huidtemperatuur en de warmteproductie door inspanning;
- de kleding;
- de sekse en andere persoonlijke factoren;
- de (vermeende) beheersbaarheid
- het verwachtingspatroon.

Bij een hoge temperatuur wordt luchtbeweging eerder als aangenaam ervaren. Zelfs een veel intensievere en onregelmatige luchtbeweging hoeft niet hinderlijk te zijn wanneer het binnen te warm is. Maximaal ventileren of spuien kan dan juist dienen om het comfort te verbeteren.

Ook een ventilator aan het plafond, op een tafel of op de vloer kan verkoelend werken.

Als de binnenlucht 20 °C is en de toegevoerde lucht enkele graden koeler, kunnen tochtklachten optreden bij een luchtsnelheid vanaf 0,2 m/s. Als de toegevoerde lucht kouder is of bij onregelmatige luchtsnelheid,

dan kunnen ook tochtklachten optreden bij een lichtsnelheid tussen 0,1 en 0,2 m/s. De temperatuur waarbij dit optreedt, hangt af van de bovengenoemde factoren.

Men verwacht en accepteert meer luchtbeweging bij een raam (schilzijdig) in een oude woning dan ertegenover (kernzijdig) in een nieuwe woning. Een raampje dat men zelf bedient geeft minder gauw klachten dan eenzelfde luchtstroom uit een niet uit te schakelen en niet zelf uitgekozen inblaassysteem.

Bronnen van tocht zijn vooral de volgende:

- open raampjes of roosters;
- inblaasopening van mechanische ventilatie;
- spleet onder binnendeur;
- koud glasoppervlak;
- onvoldoende spreiding van de luchttoevoer;
- kortsluiting tussen toevoer en afvoer.

3.5.4 Onjuist gebruik

De ventilatievoorzieningen worden zeer vaak niet zo gebruikt als ze bedoeld zijn. Dat is ten dele een gevolg van een gebrek aan kennis bij de gebruiker. De mondelinge en schriftelijke uitleg over de werking en bediening van systemen is vaak onvoldoende, zeker als het ingewikkelde systemen betreft.

Energiebesparing leidt vaak tot een onjuist gebruik van ventilatievoorzieningen. Verder speelt gebrek aan aandacht een rol: men vergeet vaak de voorzieningen te openen of in een hogere stand te zetten.

Het onjuiste gebruik is vaak mede een gevolg van de gebrekkige bruikbaarheid. De beoordeling hiervan is beschreven in de paragrafen 5.4.1. tot en met 5.4.5.

3.5.5 Gezondheidsrisico's door onvoldoende ventilatie

Bij gebrekkige ventilatie kan geurhinder ontstaan, bijvoorbeeld door bedomptheid of muffheid.

Geurhinder is een ongewenst effect op de gezondheid. Doordat snelle gewenning aan geuren optreedt, is geurhinder meestal sterker bij degenen die net binnenkomen dan bij degenen die al langer binnen zijn. Dat betekent niet dat bij degenen die binnen zijn geen ongewenste effecten meer optreden. Geurstoffen kunnen ook zonder geurwaarneming effecten hebben, zoals aannemelijk gemaakt is in experimentele situaties.

Met geurwaarneming maar zonder geurhinder kunnen geurstoffen effecten op de gezondheid hebben. Er is bijvoorbeeld beschreven dat in kantoren geurstoffen invloed hebben op het welbevinden en op psychische en lichamelijke functies. (Wolkoff et al., 2006).

Dit is relevant omdat door ventilatie de concentratie van geurstoffen met een bron binnenshuis afneemt. In woningen ging het experimenteel verminderen van het ventilatievoud van 0,5-0,8 naar 0,4-0,5 per uur gepaard met een toename van het gemiddelde CO₂-gehalte in de slaapkamer van 920 naar 980 ppm, een toename van de bedomptheid van de lucht en een afname van de subjectieve luchtkwaliteit in de gehele woning (Engvall et al., 2005).

Weinig ventilatie verhoogd de kans op vochtproblemen. Er is herhaaldelijk een verband gevonden tussen vochtige woningen en de kans op allergie voor huisstofmijten of schimmels, luchtwegklachten, longfunctiestoornissen of astma (Fisk et al., 2007). Dit risico is in een vochtige woning voor kinderen 50% verhoogd (Antova et al., 2008) en mogelijk tot 250% (Alphen et al., 2008). Voor volwassenen is het risico 30-100% verhoogd (Alphen et al., 2008).

Astma en andere luchtwegklachten hangen ook samen met de concentratie van irriterende stoffen. De concentratie van stoffen met een bron binnenshuis is gerelateerd aan de ventilatie.

Er zijn aanwijzingen dat het koken op gas gepaard gaat met een verhoogde kans op klachten van de luchtwegen en aantasting van de longfunctie, vooral bij huisvrouwen (Kerkhof, 1999) en kinderen (Hasselblad et al., 1992; Schwela, 2000) en op klachten van neusverstopping of loopneus bij jonge

kinderen (Willers et al., 2006). Willers et al. oordeelden dat Nederlandse keukens onvoldoende worden geventileerd. Een afzuigkap kan een deel van de blootstelling voorkomen.

De verbrandingsproducten verspreiden zich meteen in de hele keuken en daarmee veelal ook in de woonkamer (Peeters, 2007). Waarschijnlijk leidt een betere ventilatie tot lagere blootstelling en dus tot minder effecten.

Longkanker kan ontstaan door diverse kankerverwekkende stoffen in de binnenlucht, onder andere radon. Alleen al radon veroorzaakt jaarlijks ongeveer 800 gevallen van longkanker. Dit radioactieve gas heeft een risiconiveau dat hoger is dan maximaal toelaatbaar (MTR). Dit geldt ook voor passief roken. De combinatie is nog riskanter.

Het is te verwachten dat ventilatie de hoeveelheid radon in de binnenlucht vermindert en zo de kans op longkanker verlaagt. Het is te verwachten dat ook de risico's van passief roken mede afhankelijk zijn van de mate van ventilatie. Dit geldt eveneens voor de kans op longkanker en andere luchtwegaandoeningen door verbrandingsproducten van andere bronnen in huis, zoals kaarsen en wierook.

Bij etmaalgemiddelde buitentemperaturen hoger dan 17 °C stijgt de sterfte. De oversterfte vindt vooral plaats onder zelfstandig wonende ouderen, meer dan in verpleeg- en verzorgingstehuizen (Garssen et al., 2005).

Het aantal sterfgevallen door een directe inwerking van een te hoge *buitentemperatuur* is gering, zelfs tijdens een hittegolf. De oversterfte kan een gevolg zijn van de verhoogde *binnentemperatuur*. Binnen zijn de temperaturen vaak veel hoger dan buiten. Moderne woningen hebben vaak grote ramen op de zon gericht ter wille van energiebesparing in het stookseizoen, lichtinval en uitzicht. Daardoor treedt gemakkelijk oververhitting op, ook bij tamelijk lage buitentemperaturen. Door goede isolatie is het lastig om de warmte uit de woning kwijt te raken. Nachtventilatie is in veel gevallen cruciaal. Nachtelijk spuien zou nog beter zijn. Er zijn echter maar weinig woningen met voorzieningen die geschikt zijn om de hele nacht te ventileren of te spuien. Bij balansventilatie zonder bypass van de warmteterugwinning wordt de toegevoerde koele nachtlucht verwarmd met de afgevoerde warme binnenlucht. Voor afkoeling heeft het systeem een bypass nodig voor een mechanische luchttoevoer buiten de warmtewisselaar om. Het effect van een bypass is niet groot omdat in een warme woning ook de toevoerkanalen warm zijn en de ingeblazen lucht opwarmen.

Het is onbekend welk deel van de oversterfte door warmte toe te schrijven is aan oververhitting van woningen, maar het kan om aanzienlijke aantallen gaan.

3.6 Gezondheidsproblemen door onbegrepen oorzaken

Ook als er geen verontreinigingen of ventilatietekorten als begrijpelijke oorzaak zijn aan te wijzen, kunnen er gezondheidsproblemen optreden. Niet zelden worden clusters van gezondheidsproblemen toegeschreven aan gebouwen. Het gaat dan om vooral om gezondheidsklachten en andere subjectief aanwezige gezondheidsproblemen die afnemen of verdwijnen buiten het betreffende gebouw. Soms gaat het ook om geobjectiverde aandoeningen. Sommige onderzoekers gebruiken de term *sick building syndrome*, maar die term is omstreden omdat hij de onduidelijkheid kan vergroten. Daarom wordt vaak de term *building related symptoms* ofwel gebouwgerelateerde klachten gebruikt.

3.6.1 Gebouwgerelateerde klachten in kantoren

Los van de naam zijn de meeste onderzoekers het eens over de aanwezigheid van verhoogde percentages mensen met gezondheidsproblemen in bepaalde gebouwen, vooral kantoren. De klachten zijn specifiek: ze kunnen ook optreden door andere oorzaken. Ze komen ook voor in gebouwen waarover niet geklaagd wordt, maar daar ligt het percentage personen met deze klachten lager (Brightman et al., 2008). Het gaat om de volgende klachten die afnemen na het verlaten van het betreffende gebouw:

- slijmvliezen van ogen, neus en keel: irritatie van contactlenzen, tranen, droog gevoel, neusloop of verstopte neus, hoest;
- diepere luchtwegen: hoest, benauwd gevoel, moeilijk ademen;
- huid: irritatie, jeuk, droge huid, huiduitslag;
- welbevinden: moeheid, lethargie;
- neuropsychologisch: hoofdpijn, concentratiestoornis, duizeligheid, misselijkheid.

Bij vrouwen komen relatief meer gebouwgerelateerde klachten voor dan bij mannen (Burge, 2004). De klachten komen meer voor bij personen met een neiging tot allergisch reageren (Runeson et al., 2006). In een koud klimaat komen dergelijk problemen meer in de winter voor en in warme klimaten meer in de zomer.

Er zijn statistische verbanden beschreven tussen gebouwgerelateerde gezondheidsklachten en een verscheidenheid aan factoren, vooral de volgende:

- droge lucht, luchtbevochtiging, binnentemperatuur > 23 °C (ook in de winter);
- vluchtige organische stoffen inclusief aldehyden, afkomstig van onder andere verf, vloerbedekking, 'luchtverfrissers', reinigingsmiddelen;
- verbrandingsproducten afkomstig van onder andere van tabak, gas en verkeer;
- micro-organismen en microbiële componenten;
- geluid.

Geen van die factoren biedt echter in alle gevallen een sluitende verklaring.

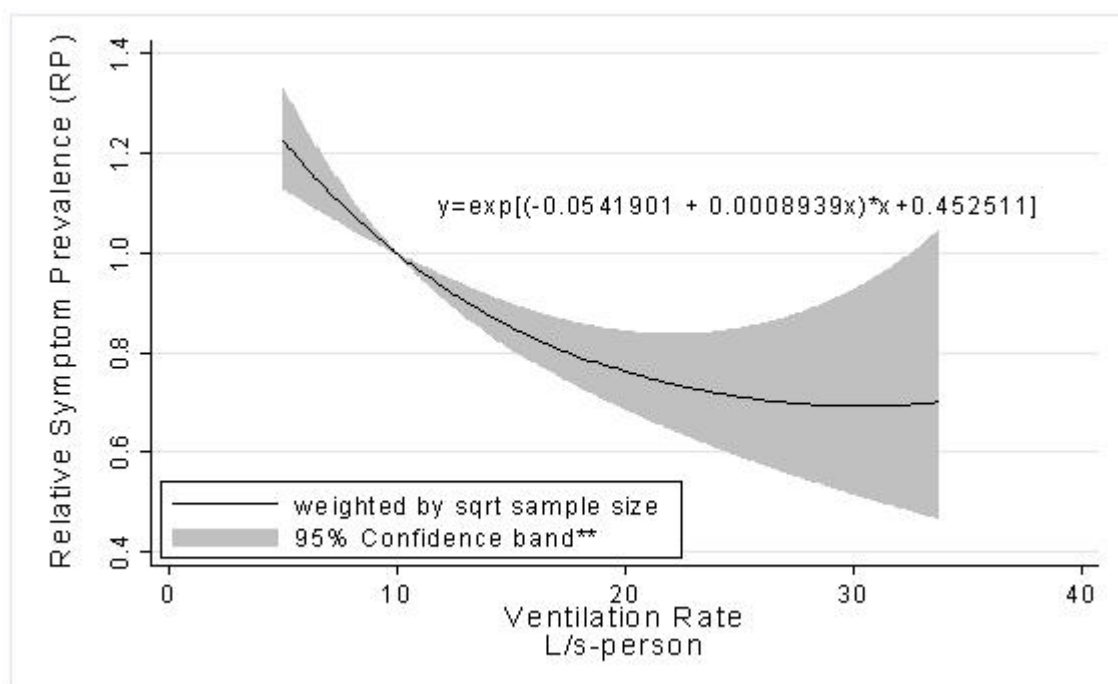
Omdat de luchtkwaliteit vaak niet meetbaar slecht is, worden de gebouwgerelateerde gezondheidsklachten vaak toegeschreven aan psychologische of psychosociale factoren, zoals persoonlijkheidskenmerken, het niet kunnen of mogen openen van ramen, werkbelasting en conflictsituaties. Deze factoren kunnen ook een rol spelen. Er kan echter tevens relatie bestaan tussen de gezondheidsklachten en de luchtkwaliteit, zelfs als daarin geen ongewone concentraties van verontreiniging aanwezig zijn (Niven, 2000).

Een mogelijk oorzakelijke factor is het ventilatiesysteem. Bij herhaling is de prevalentie van gebouwgerelateerde gezondheidsklachten hoger gebleken in kantoren met airconditioning of andere mechanische luchttoevoer dan in gebouwen met natuurlijke luchttoevoer (Seppänen en Fisk, 2002). De reinheid van het toevoersysteem, inclusief het filter, speelt daarbij een rol. Recirculatie en luchtbevochtiging lijken risicofactoren.

Airconditioning verandert de luchttemperatuur en vaak ook de luchtvochtigheid. Maar ook mechanische luchttoevoer zonder airco in kantoren verhoogt de kans op klachten over ogen, neus, keel en vermoeidheid (Jaakkola en Miettinen, 1995).

In het algemeen wijzen onderzoeksresultaten erop dat beter ontwerpen, installeren, onderhouden, reinigen en gebruiken belangrijk zijn voor het beperken van negatieve effecten van mechanische luchttoevoer (Seppänen en Fisk, 2004).

Ook de hoeveelheid toegevoerde lucht is van belang. Een gepoolde meta-analyse van Fisk et al., (2009) wijst erop dat de kans op gebouwgerelateerde gezondheidsklachten afneemt bij (zeer) intensieve luchtverversing, zoals te zien is in Figuur 3.1.



Figuur 3 Kans op gezondheidsklachten in relatie tot ventilatie in kantoren (Fisk et al., 2009)

Het kleinste aantal klachten is er bij een luchtverversing van 20-25 liter per seconde (= 72-90 m³/h) per persoon.

Bij 20-25 L/s per persoon zijn er 29% minder klachten dan bij 10 L/s per persoon¹.

Bij 5 L/s (= 18 m³/h) per persoon zijn er 23% meer klachten dan bij 10 L/s (= 36 m³/h) per persoon.

Gerapporteerd is dat gebouwgerelateerde gezondheidsklachten niet alleen samenhangen met de CO₂-concentratie, maar ook met een marker van oxidatieve stress (Lu et al., 2007). Oxidatieve stress bedreigt de weefsels door overmatig aanbod van oxiderende stoffen die in het lichaam ontstaan bij blootstelling aan allerlei verontreinigingen.

3.6.2 Gebouwgerelateerde klachten in woningen

Aan woningen gebonden gezondheidsklachten worden meestal niet aangeduid als gebouwgerelateerde klachten of sick building syndroom. Naar gebouwgerelateerde gezondheidsproblemen is in woningen minder onderzoek gedaan dan in kantoren. Het herkennen, signaleren en vaststellen van een gebouwgerelateerd probleem is in een kantoor waar veel mensen werken gemakkelijker dan in een woning. Maar er is geen reden waarom het probleem niet ook in woningen kan bestaan.

Evenals in kantoren komen in woningen gebouwgerelateerde gezondheidsklachten meer voor in woningen met mechanische luchttoevoer dan met natuurlijke luchttoevoer (De Gids, 1997). De mechanische toevoer is meestal een onderdeel van een gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning.

TNO constateerde dat na het aanbrengen van kierdichting en balansventilatie in 57 woningen in Den Bosch klachten optraden: meer vieze smaak in mond, prikkeling in neus, zere keel, vermoeidheid en piepende ademhaling (Dongen en Wal, 1990). Bij rokers bestond tevens een toename van hoofdpijn en voelde de huid droger aan. Daarnaast was er een toename van hinder door geluid, tocht en temperatuurverschillen.

¹ De afkorting L/s wordt wel regelmatig gebruikt, zie bijvoorbeeld Figuur 3.1. Volgens de regels zou er dm³/s moeten staan. Ter wille van de leesbaarheid staat in deze richtlijn telkens L/s, ook als het origineel dm³/s vermeldt.

De Stichting HR-Ventilatie (een organisatie van fabrikanten) en de GGD'en te Groningen en Rotterdam hebben met schriftelijke vragenlijsten landelijke gegevens verzameld in onverdachte recent gebouwde woningen (Duijm, 2006). Uit de analyse kwam naar voren dat met balansventilatie tweemaal zoveel bewoners ontevreden zijn als zonder balansventilatie. Met balansventilatie hebben driemaal zoveel bewoners last van geluid van hun installatie, en wel het meest van mechanische luchttoevoer in de slaapkamer. Ook zijn er meer klachten over kookgeuren van de burens, houtkachels en verkeer in de buurt. In woningen met balansventilatie geven bewoners aan dat zij de mogelijkheid missen om een rooster of raampje open te zetten. Tevens heeft bij balansventilatie een hoger percentage bewoners last van vermoeide of tranende ogen, benauwdheid of piepen op de borst en vermoeidheid of concentratieproblemen. Verder geven ze voor hun gezondheid in het algemeen een lagere score dan bewoners van woningen zonder balansventilatie.

Het verband tussen balansventilatie en gezondheidsklachten is op basis van dezelfde data nader geanalyseerd door TNO (Steenbekkers et al., 2002). Hieruit kwam het volgende naar voren. Bij balansventilatie hebben meer mensen klachten over het binnenmilieu (onder andere droog aanvoelende lucht, stoffigheid, tocht, vocht, te warm, te veel verschillen tussen temperatuur beneden en boven in een ruimte) en bij binnenmilieuklachten hebben meer mensen gezondheidsklachten.

In Vathorst is een associatie gevonden tussen balansventilatie en woninggebonden gezondheidsproblemen: klachten over ogen, neus, keel, luchtwegen, vermoeidheid, concentreren en slapen (Duijm et al., 2007). De klachten die niet in ernst afnamen of niet verdwenen tijdens verblijf buitenshuis, zijn buiten beschouwing gelaten. De associatie is ook gevonden bij bewoners die zich niet hadden aangemeld wegens problemen die ze aan hun woning toeschreven, maar het is niet ondenkbaar dat de publiciteit hun antwoorden heeft beïnvloed.

Tevens bleken bewoners van woningen met balansventilatie de lucht vaker als droog te ervaren. Bij de metingen is echter geen verschil in relatieve luchtvochtigheid geconstateerd. Andere onderzoekers wijzen erop dat een droog gevoel vaker voorkomt bij weinig ventilatie.

In Vathorst is niet gebleken dat de concentratie bestanddelen van micro-organismen (glucanen, extracellulaire polysacchariden) in de toegevoerde lucht groter is dan in vergelijkbare woningen elders. Ook in Groningen zijn in stof uit de toevoerkanalen bij de inblaasventielen geen meetbare hoeveelheden β -2-glucanen, extracellulaire polysacchariden of endotoxinen aangetroffen (Meijer en Duijm, 2002).

Verskil tussen de onderzochte woningen zonder en met balansventilatie:

- In alle woningen: mechanische luchtafvoer in keukens, toilet en badkamer
- In woningen zonder balansventilatie: roosters voor natuurlijke luchttoevoer (schilzijdig) in gevels van woonkamer en slaapkamers
- In woningen met centrale balansventilatie:
 - mechanische toevoer in de woonkamer en de slaapkamers vanaf de kant van hal, trappenhuis en overloop (kernzijdig).
 - geen roosters of raampjes voor ventilatie
 - wel grote ramen, schuifpui of balkondeur als spuivoorzieningen
 - soms instructie dat spuivoorziening niet open mag blijven omdat anders de balansventilatie verstoord raakt.

Het is mogelijk dat in de mechanische luchttoevoer de filters of de vervuiling daarvan een negatieve invloed hebben op de luchtkwaliteit. Dit is beschreven in paragraaf 3.3. Het is ook mogelijk dat de verontreinigingen aan de binnenkant van kanalen een rol speelt. Vaak raken kanalen al verontreinigd tijdens de productie of de bouw.

Er zijn geen onderzoeksgegevens over gezondheid bij *goede* installaties voor balansventilatie in woningen. Het kan dus zijn dat er geen gezondheidsklachten optreden bij een systeem dat goed ontworpen, goed aangelegd en goed onderhouden is en dat goed gebruikt wordt. Een perfecte installatie is echter een zeldzaamheid, zoals uit paragraaf 3.5 blijkt. Daarom is het onbekend of een perfecte installatie met mechanische luchttoevoer gunstig is voor de gezondheid.

4 Wet- en regelgeving en beleid

Bij de beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen moet rekening worden gehouden met het vigerende beleid, wet- en regelgeving en met bestaande normen, richtlijnen, advieswaarden en classificaties. Ze zijn beschreven in dit hoofdstuk. Maar dat is niet voldoende voor een beoordeling vanuit de optiek van bescherming van de gezondheid. Daarom is in hoofdstuk 5 beschreven hoe een gezondheidkundige beoordeling is uit te voeren.

4.1 Beleid

In 2008 heeft het kabinet de *Nationale Aanpak Milieu en Gezondheid 2008-2012* gepubliceerd met de milieugezondheidsproblemen die extra aandacht behoeven (VROM, 2008b). Daarin staat het verbeteren van de kwaliteit van het binnenmilieu genoemd als eerste prioriteit voor de periode 2008-2012. Binnen dit thema wil het kabinet uitdrukkelijk aandacht geven aan gevoelige groepen, zoals ouderen, mensen met een lage sociaal economische status en de jeugd.

In woningen gaat het met name om knelpunten op het gebied van: onvoldoende capaciteit en geluidsoverlast van ventilatiesystemen, gezondheidsklachten bij de toepassing van balansventilatie met warmteterugwinning, ongezonde binnenlucht door gebruik van afvoerloze geisers, te hoge concentraties van enkele schadelijke stoffen in de binnenlucht, onvoldoende geluidwering van de gevel en hittebelasting. Bovendien blijkt dat de voorschriften voor gezondheid en energieprestatie in het Bouwbesluit dikwijls niet worden nageleefd en gehandhaafd door het bouwbedrijfsleven respectievelijk gemeenten.

Het beleid zal zich voor woningen richten op een gezamenlijke aanpak door alle betrokkenen, professionals, producenten en consumenten, om te komen tot goede producten met een eenvoudig gebruik en onderhoud. Ook streeft men naar een betere instructie van de bewoners door zowel het bedrijfsleven als de overheid waaronder GGD'en.

In 2008 is ook de kabinetsvisie op het binnenmilieu ('de gezondheidkundige kwaliteit') van woningen aan de Tweede Kamer gezonden (VROM, 2008a). Daarin staat beleid aangekondigd op onder andere de volgende punten.

- Inzetten op verbetering van de naleving door het bouwbedrijfsleven en de handhaving door gemeenten van de voorschriften in het Bouwbesluit met betrekking tot gezondheid en energiezuinigheid.
- Bevorderen dat het nemen van energiebesparende maatregelen niet ten koste gaat van de kwaliteit van het binnenmilieu.
- Het maximale geluidsniveau van mechanische ventilatievoorzieningen binnen de eigen woning vastleggen in voorschriften in het Bouwbesluit.
- De komende jaren voorlichting geven aan burgers, verhuurders, bedrijfsleven en gemeenten over de verbetering van de gezondheidkundige kwaliteit van woningen.
- In samenwerking met het ministerie van VWS, in daartoe bestemde Europese gremia, extra aandacht vragen voor relevante emissies vanuit consumentenproducten naar het binnenmilieu.

4.2 Wet- en regelgeving

De Woningwet bevat algemene bepalingen die de basis vormen van de regelgeving ten aanzien van ventilatievoorzieningen. Van deze regelgeving is vooral het Bouwbesluit van belang voor luchtverversing. In het Bouwbesluit zijn eisen gesteld aan onder andere de capaciteit van ventilatievoorzieningen (zie paragraaf 4.2.5).

De voorschriften in het Bouwbesluit zijn prestatie-eisen. Prestatie-eisen stellen een bepaald doel verplicht, maar schrijven niet voor met welke middelen dat doel bereikt moet worden. Het Bouwbesluit bevat vooral eisen die gesteld zijn om bouwplannen te beoordelen. De voorschriften zijn niet gemakkelijk te hanteren voor het beoordelen van een bestaande woning.

Sommige voorschriften in het Bouwbesluit verwijzen naar een NEN-norm (zie bijvoorbeeld paragraaf 4.2.6). In die NEN-norm staan methoden om te berekenen of te meten of voorzieningen de vereiste prestatie halen. Dergelijke NEN-normen mogen geen stringenter eisen stellen dan het Bouwbesluit.

De NEN-normen waarnaar het Bouwbesluit verwijst zijn verplichtend, tenzij er een gelijkwaardige oplossing wordt gekozen. Een gelijkwaardige oplossing is een oplossing waarvan aannemelijk gemaakt is dat hij ten minste dezelfde mate van veiligheid, bescherming van de gezondheid, bruikbaarheid enzovoort biedt, als is beoogd met het betrokken voorschrift.

NEN-normen worden opgesteld door de Stichting Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) die zichzelf tegenwoordig aanduidt als NEN. Dit Nederlandse centrum voor normalisatie is een onderneming zonder winstoogmerk. NEN formuleert normen in commissies met belanghebbenden om afspraken vast te leggen over producten, werkwijzen, enzovoort. NEN-normen zijn niet vrij verkrijgbaar of toegankelijk.

Naast NEN-normen waarnaar het Bouwbesluit verwijst en die verplichtend zijn, bestaan er ook NEN-normen waarnaar het Bouwbesluit niet verwijst (zie bijvoorbeeld paragraaf 4.3.2). Deze normen zijn niet verplichtend, maar vormen een afspraak binnen of tussen de betrokken branches. Het is te verwachten dat in juridische procedures een rechter ook deze NEN-normen in zijn overwegingen zal betrekken omdat ze een best practice weergeven, waarvan slechts met goede motieven afgeweken mag worden.

Daarnaast publiceert NEN nationale praktijk richtlijnen (NPR). Een NPR geeft praktische oplossingen waarvan te verwachten is dat ze voldoen aan de eisen in het Bouwbesluit, bepaald volgens de betreffende NEN-norm. Een NPR is een aanbeveling van één of meer specialisten, geschreven in opdracht van NEN. Een NPR heeft niet meer status dan een andere meer of minder gezaghebbende publicatie.

Aanvullend op de landelijke regelgeving hebben gemeenten een eigen bouwverordening. De VNG heeft als voorbeeld een Modelbouwverordening opgesteld (Sdu, 2007). De meeste gemeenten hebben die tekst integraal overgenomen en vastgesteld als bouwverordening.

Een gemeentelijke bouwverordening mag geen bepalingen bevatten over onderwerpen die al in het Bouwbesluit geregeld zijn. Wel mag een bouwverordening onder andere gebruiksvoorschriften bevatten. Zo bevat de Modelbouwverordening een bepaling dat een woning niet bewoond mag worden door meer dan één persoon per 12 m². De Modelbouwverordening bevat geen artikelen die relevant zijn voor ventilatievoorzieningen.

In een gemeente met een onvolledige bouwverordening zijn toch de Woningwet en het Bouwbesluit van kracht. Dit heet de *rechtstreekse werking* van de wet- en regelgeving.

4.2.1 Woningwet

Gezondheid is een hoofddoel van de Woningwet (VROM, 2007a). Met ingang van 1 april 2007 zijn de voorschriften aangescherpt. Het is verboden een gebouw in stand te houden als bij het bouwen niet is voldaan aan de voorschriften (artikel 1b3). Er moeten dus maatregelen worden genomen als de ventilatievoorzieningen van een woning bij oplevering niet voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit en de daarin aangewezen NEN 1087.

De wijziging in de Woningwet introduceert een algemene zorgplicht, onder andere op het niet laten ontstaan of voortduren van een gevaar voor de gezondheid als gevolg van de staat van een bouwwerk (VROM, 2007b). Die zorgplicht geldt primair voor eigenaren, beheerders en verhuurders. Huurders mogen

dit niet tegenwerken. Huurders hebben ook een zorgplicht, maar slechts binnen hun beperkte rechten en plichten.

Het niet naleven van de voorschriften is sinds 2007 een overtreding waartegen direct met toepassing van bestuursdwang of een dwangsom kan worden opgetreden, zonder formele tussenstap van een specifiek aanschrijfbesluit. Gemeenten kunnen dus de voorschriften voor bestaande gebouwen gemakkelijker handhaven.

Ook kunnen burgemeester en wethouders (B&W) in geval van direct gevaar voor gezondheid (of veiligheid) snel beheersmaatregelen treffen, zelfs als er geen voorschriften worden overtreden.

B&W hebben niet alleen een recht, maar ook een wettelijke opdracht of zorgplicht tot bestuursrechtelijke handhaving (artikel 100 Woningwet). Het college moet jaarlijks aan de gemeenteraad het handhavingsbeleid en -verslag voorleggen. Hierin staat welke aspecten tijdens de bouw gecontroleerd worden, hoe wordt omgegaan met klachten over bestaande huurwoningen, welke sancties worden opgelegd bij welke overtredingen, enzovoort. Dit beleid dient om de handhaving planmatiger aan te pakken. Het bestuur kan en moet sturen. Dat geldt ook voor ventilatievoorzieningen.

Met het instrumentarium voor handhaving is het mogelijk dat B&W aan de eigenaar een verplichting opleggen dat hij aan een bestaand bouwwerk aanvullende bouwkundige voorzieningen aanbrengt, tot maximaal het niveau voor nieuwbouw uit het Bouwbesluit 2003. Daaraan blijft wel de voorwaarde gesteld dat deze extra voorzieningen als noodzakelijk aan te merken moeten zijn, bijvoorbeeld om de gezondheid te beschermen. Zonder dit argument kunnen B&W maatregelen afdwingen tot het niveau van voorschriften voor bestaande bouw in het Bouwbesluit. Dit is vastgelegd in artikel 13 van de Woningwet.

Woningwet art. 13. Burgemeester en wethouders kunnen [*met het oog op o.a. gezondheid*] ... degene die als eigenaar van een gebouw ..., dan wel uit anderen hoofde bevoegd is tot het daaraan treffen van voorzieningen, verplichten tot het ... treffen van zodanige voorzieningen, dat de staat van dat gebouw ... nadien komt te liggen op een niveau dat hoger is dan het niveau dat overeenkomt met de voorschriften [*voor bestaande gebouwen in het Bouwbesluit*] zonder dat deze hoger komt te liggen dan het niveau dat overeenkomt met de voorschriften [*voor te bouwen gebouwen in het Bouwbesluit*].

De procedure om een gebouw te verbeteren heet *aanschrijven*.

Aanschrijven is simpel als een deel van een woning niet voldoet aan de eisen voor bestaande bouw.

Aanschrijven om te voldoen aan nieuwbouweisen vergt aanvullende argumenten voor de noodzaak om aan een bestaande woning hogere eisen te stellen dan de eisen uit het Bouwbesluit voor bestaande woningen.

4.2.2 Nieuwbouw, bestaande bouw en rechtens verkregen niveau

De Woningwet maakt een onderscheid tussen voorschriften voor nieuw te bouwen woningen en voorschriften voor de toestand van bestaande woningen. Dit onderscheid is nader ingevuld in het Bouwbesluit. De voorschriften voor nieuwbouw gelden tijdens de vergunningverlening en tijdens het bouwen. Een woning is een bestaand gebouw zodra de bouw is afgerond.

Het is de verwachting dat de woning blijft voldoen aan de eisen zoals die in de vergunning zijn gesteld. In de wet- en regelgeving staat echter niet dat de nieuwbouweisen blijven gelden na oplevering van een woning. Ook staat er niet in dat de prestaties behouden moeten blijven die zijn vastgelegd in de bouwvergunning. Maar als het niet meer voldoet aan de eisen, of het verlies van prestaties leidt tot een gevaar voor de gezondheid, dan kan de gemeente maatregelen afdwingen door middel van een aanschrijving. De aanschrijving mag geen eisen stellen die verder gaan dan de Bouwbesluiteisen voor nieuwbouw. De voorschriften voor nieuwbouw vormen dus het *maximumniveau* voor een aanschrijving.

De Woningwet (artikel 1b2a en 7b2) schrijft voor dat woningen moeten blijven voldoen aan de eisen voor bestaande bouw in het Bouwbesluit 2003 en aan de gemeentelijke bouwverordening. De voorschriften voor bestaande bouw vormen dus een *minimumniveau* waaraan ook in oudere woningen voldaan moet

worden. Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente moet naleving daarvan afdwingen door middel van een aanschrijving als de eigenaar geen maatregelen neemt (zie paragraaf 4.2.1)

Voorbeeld

In een woning met gebalanceerde ventilatie zit geen raam dat wijd open kan of buitendeur in een slaapkamer (verblijfsruimte). Stel dat dit in de bouwvergunning akkoord is bevonden. Volgens eisen bestaande bouw moet er echter een spuivoorziening zijn en dus is de eigenaar verplicht om desgevraagd een spuivoorziening aan te brengen.

De wet- en regelgeving biedt dus de ruimte om handhavend op te treden wanneer een woning niet meer voldoet aan de nieuwbouweisen. Dit niveau, dat hoger is dan de eisen voor bestaande bouw, wordt wel eens aangeduid als het *rechtens verkregen niveau*. Deze term staat in het Bouwbesluit, maar heeft daar een andere betekenis (zie paragraaf 7.2).

Voor de GGD is de volgende benadering mogelijk. De nieuwbouweisen zijn bedoeld om de gezondheid te beschermen en er is geen reden waarom dit in een bestaand gebouw anders zou zijn dan tijdens het bouwen. Een GGD kan daarom een woning beoordelen op basis van de hoogste eisen die gelden voor nieuwbouw in Bouwbesluit, bouwverordening of bouwvergunning. Dit niveau kan voor de GGD bij de beoordeling van ventilatievoorzieningen dienen als oriëntatiepunt, dat wil zeggen wat je zou mogen verwachten van de betreffende woning. Een rechter neemt een dergelijke beoordeling niet zomaar over, maar misschien wel als er zeer goede argumenten voor worden geleverd.

Voorbeeld

De capaciteit van een ventilatiesysteem gaat ieder jaar ongeveer 5% achteruit door vervuiling en slijtage, maar dit kan door regelmatig onderhoud worden gecorrigeerd. Als de capaciteit minder is geworden dan de 25 m³/uur die Gezondheidsraad als minimum adviseert, dan is aanschrijving op die basis mogelijk als te beargumenteren valt dat er dan een onacceptabel gezondheidsrisico optreedt.

4.2.3 Bouwvergunning

De eisen in het Bouwbesluit veranderen af en toe. De datum van de aanvraag van een bouwvergunning is bepalend voor de wettelijke eisen die gelden bij de vergunningverlening en voor de te bouwen woning. Als na de aanvraagdatum nieuwe eisen gaan gelden, zijn die dus niet meer van toepassing op de betreffende woning.

Als de vergunde ventilatiecapaciteit groter is dan voorgeschreven in het Bouwbesluit, dan gelden er *bovenwettelijke* eisen. Dit is conform de wetgeving: de vergunning moet boven of ten minste op het niveau zitten van het Bouwbesluit.

Het is niet duidelijk geregeld wat in dit geval de consequenties zijn als een (deel van een) woning niet voldoet aan de bouwvergunning, maar wel aan de Bouwbesluiteisen voor nieuwbouw.

Als de vergunde capaciteit kleiner is dan voorgeschreven in het Bouwbesluit, dan ontstaan er *benedenwettelijke* eisen. Er is sprake van een dwaling in de vergunningverlening.

Als de aangelegde ventilatiecapaciteit kleiner is dan het Bouwbesluit voorschrijft voor nieuwbouw, dan bestaat er strijdigheid met de wet. Het Bouwbesluit heeft weliswaar een rechtstreekse werking, maar de bouwvergunning geeft wel enige rechtsbescherming voor de eigenaar. Het is niet duidelijk geregeld wat de doorslag geeft.

Zolang wel wordt voldaan aan de voorschriften voor bestaande bouw, kan niet zomaar een verbetering opgelegd worden tot het niveau van nieuwbouw. Voor een koopwoning kan de koper zelf een aanpak kiezen als opdrachtgever van degene die de onjuiste vergunningaanvraag heeft opgesteld.

Voor een nieuwe huurwoning die niet voldoet aan de nieuwbouweisen, kan de huurder aan de verhuurder vragen om het systeem op het nieuwbouwniveau te brengen. Dit zou redelijk zijn, maar het is de vraag of de verhuurder daartoe te verplichten is. Waarschijnlijk gaat het om een afweging van de belangen van de

verhuurder en die van de huurder. De laatste kan als argument inbrengen dat de in het Bouwbesluit voorgeschreven capaciteit noodzakelijk is om mogelijkheden te scheppen voor de ventilatie die ten minste nodig is voor de gezondheid (zie paragraaf 4.2.2). Bovendien valt mogelijk in te brengen dat de verhuurder als eigenaar niet zorgvuldig heeft gehandeld bij het indienen van de aanvraag voor een bouwvergunning.

4.2.4 Verantwoordelijkheid eigenaar en huurder

De Woningwet verplicht de eigenaar van een woning om ervoor te zorgen dat de woning voldoet aan de bouwtechnische eisen. Daartoe behoort dat de eigenaar er verantwoordelijk voor is dat de ventilatievoorzieningen ten minste voldoen aan de wettelijke voorschriften.

Het Burgerlijk Wetboek regelt in algemene zin de verhouding tussen verhuurder en huurder.

In principe komt het kleine onderhoud van de woning voor rekening van de huurder. Het grote onderhoud, vaak aan de buitenkant, is voor rekening van de verhuurder. Dit is vastgelegd in het Besluit Kleine Herstellingen, dat een uitwerking is van het Burgerlijk Wetboek (VROM, 2003a). In een huurcontract mogen geen bepalingen worden opgenomen die van dit besluit afwijken in het nadeel van de huurder. Het besluit omvat onder andere de volgende punten.

Technische installaties binnen de woning

De huurder is zelf verantwoordelijk voor het onderhouden en vervangen van onderdelen van technische installaties, gelegen binnen het woonruimtegedeelte van het gehuurde en daar deel van uitmakend, voor zover de kosten gering zijn, deze werkzaamheden onderhoudstechnisch eenvoudig zijn en geen specialistische kennis vereist is. De verhuurder is verantwoordelijk voor reparaties, controle en vervanging. In punt i van de bijlage bij artikel 1 van het besluit staat expliciet vermeld dat dit van toepassing is op het vervangen van filters en het schoonhouden van roosters.

Ventilatiekanalen

De huurder is zelf verantwoordelijk voor het zonodig reinigen van ventilatiekanalen, voor zover deze voor de huurder bereikbaar zijn. De verhuurder is verantwoordelijk voor grote reparaties en vervanging.

De huurder is verantwoordelijk voor het reinigen van bereikbare delen van ventielen en kanalen, en voor het reinigen van bereikbare filters.

De verhuurder is verantwoordelijk voor het goed functioneren van ramen, roosters en installaties voor mechanische afzuiging of balansventilatie, en voor het reinigen en/of vervangen van moeilijk bereikbare kanalen, onderdelen en filters.

4.2.5 Bouwbesluit

Met ingang van 1 oktober 1992 is het grootste deel van de inhoud van de verschillende gemeentelijke bouwverordeningen vervangen door het landelijke Bouwbesluit. Dit is een Maatregel van Bestuur die gebaseerd is op de Woningwet. Het Bouwbesluit is sindsdien enkele malen aangepast, met ingrijpende wijzigingen in 2003, vandaar de naamgeving Bouwbesluit 2003. De laatste versie is van augustus 2006 (VROM, 2006a; VROM, 2006b; VROM, 2006c). Een uitleg is te lezen in Valk (2007) en VROM (2005). In 2009 bestaat het plan dat in 2010 een herziene versie van het Bouwbesluit van kracht wordt. Daarin wordt toegevoegd dat het geluidniveau van het ventilatiesysteem in de eigen woning niet hoger mag zijn dan 30 dB(A).

Indeling van de woning

Een belangrijk uitgangspunt van het Bouwbesluit is de *vrije indeelbaarheid*. Het principe van vrije indeelbaarheid betekent dat de eisen zo gesteld zijn dat bij een latere verbouwing nog steeds aan de eisen zal worden voldaan. Dit geldt bijvoorbeeld bij het verplaatsen van een wand in de woning of bij het samenvoegen van slaapkamers.

Ter wille van de vrije indeelbaarheid maakt het Bouwbesluit een onderscheid tussen verblijfsruimten en verblijfsgebieden.

Een verblijfsruimte is in het Bouwbesluit gedefinieerd als: 'ruimte voor het verblijven van mensen, dan wel een ruimte waarin de voor een gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten plaatsvinden'. Voorbeeld van een verblijfsruimte: woonkamer, slaapkamer of speelkamer.

Een verblijfsgebied is in het Bouwbesluit gedefinieerd als: 'gedeelte van een gebruiksfunctie met ten minste een verblijfsruimte, bestaande uit een of meer op dezelfde bouwlaag gelegen aan elkaar grenzende ruimten anders dan een toiletruimte, een badruimte, een technische ruimte of een verkeersruimte'.

Een 'gebruiksfunctie' is in woningen: een woonfunctie.

Een verblijfsruimte is bijvoorbeeld een woonkamer, slaapkamer of werk/hobby/speelkamer.
Een verblijfsgebied bestaat bijvoorbeeld uit één of meer aan elkaar grenzende verblijfsruimten op één bouwlaag.

Eisen voor de ventilatiecapaciteit in nieuw te bouwen en in bestaande woningen zijn gericht op de vloeroppervlakte van de verblijfsruimten. Daarnaast gelden er voor nieuw te bouwen woningen ook eisen voor de ventilatiecapaciteit van een verblijfsgebied. Vanwege het principe dat bijvoorbeeld het verplaatsen van een binnenwand niet mag uitmaken voor het voldoen aan die eisen, hoeft de grens van een verblijfsgebied *niet* samen te vallen met een wand. Er kunnen verscheidene kamers binnen een verblijfsgebied vallen en één verblijfsruimte kan ook kleiner zijn dan de kamer waarin die verblijfsruimte ligt.

Er zijn normen die bepalen hoe men die verblijfsruimten en -gebieden in een woning mag 'neerleggen'. Bij het beoordelen van bijvoorbeeld de ventilatie in een woning met een bouwvergunningaanvraag vanaf oktober 1992, zijn de binnenwanden weg te denken. De oppervlakten van verblijfsruimten en -gebieden op de bouwtekening bepalen de vereiste ventilatiecapaciteit. Als aan die eisen wordt voldaan, kan de ventilatiecapaciteit van een ventilatierooster in één van de kamers te klein lijken wanneer die kamer op zich beoordeeld wordt. Maar wettelijk gezien gaat het om de bouwtekening.

De grenzen van verblijfsruimten en -gebieden hoeven op de bouwtekening niet samen te vallen met wanden. Waar ze niet samenvallen noemt men de begrenzing van een verblijfsgebied of een verblijfsruimte vaak een *krijtstreep*. Er wordt wel eens gedacht dat een krijtstreep een vorm is van sjoemelen met de wettelijke eisen. Maar in feite geven krijtstrepen juist uitvoering aan het Bouwbesluit. In een enkel geval ontstaat hierdoor een twijfelachtige situatie wat de ventilatie betreft. In de meeste gevallen leidt het gebruik van krijtstrepen tot ventilatievoorschriften zoals het Bouwbesluit ze bedoelt.

Capaciteit van ventilatievoorzieningen

Het Bouwbesluit stelt een aantal eisen aan ventilatievoorzieningen. Zij zijn letterlijk weergegeven in bijlage 1 en 2. De bijlagen zijn zo ingedeeld dat meteen te zien is welke bepalingen voor bestaande woningen van kracht zijn en welke bepalingen daarbovenop voor nieuwbouw gelden. Bijlage 5 bevat relevante delen van de officiële toelichting van het Bouwbesluit.

Het Bouwbesluit stelt geen eisen aan het ventileren of het CO₂-gehalte, maar aan de ventilatiecapaciteit. De ventilatiecapaciteit is het volume lucht dat per tijdseenheid onder normale omstandigheden door een opening van buiten naar binnen *kan* stromen, of andersom. Bij het bepalen van de ventilatiecapaciteit mag worden gerekend met raampjes of roosters die in hun widestand geopend zijn; mechanische voorzieningen staan in hun hoogste stand. In bouwkundige termen wordt dit aangeduid als de *nominale capaciteit*, hoewel met deze term ook wel eens iets anders wordt bedoeld (zie paragraaf 7.3).

De ventilatievoorschriften in het Bouwbesluit verwijzen naar NEN 1087 voor nieuwbouw (NNI 2001a). Voor bestaande bouw verwijst het Bouwbesluit naar NEN 8087 (NNI 2001b). Voor ramen en roosters gaan deze NEN-normen uit van aannames over de luchtstroom die veroorzaakt wordt door een

drukverschil van 1 pascal (dat optreedt bij bepaalde weersomstandigheden en binnentemperaturen) en over de frequentie waarmee die omstandigheden voorkomen. Op grond daarvan zijn de wettelijke capaciteitseisen omgerekend in voorschriften voor de maat van de openingen voor natuurlijke ventilatie. Hierin wordt geaccepteerd dat door andere weersomstandigheden naar verwachting 15% van de tijd de betreffende opening minder lucht doorlaat dan bedoeld in de eis in het Bouwbesluit. Dit betekent tevens dat de luchtstroom door een bepaalde opening vaak groter is doordat het drukverschil groter is dan 1 pascal.

Dit verschil tussen officiële capaciteit en werkelijke luchtstroom bestaat ook bij natuurlijke toevoer bij een mechanische afzuiging. De afzuiging kan de drukverschillen vergroten of verkleinen. Toevoeropeningen met winddrukgestuurde roosters houden de luchtstroom ongeveer constant bij uiteenlopende windsnelheden en -richtingen.

Tabel 4.1 Wettelijk vereiste minimumcapaciteit van het ventilatiesysteem

	<i>eis in Bouwbesluit:</i>	<i>komt overeen met:</i>
Toilet	$\geq 7 \text{ L/s}$	$\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$
Badkamer	$\geq 14 \text{ L/s}$	$\geq 50 \text{ m}^3/\text{h}$
Keuken	$\geq 21 \text{ L/s}$	$\geq 75 \text{ m}^3/\text{h}$
Verblijfsgebied (geldt alleen voor nieuwbouw)	$\geq 0,9 \text{ L/s per m}^2$	$\geq 3,24 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
Verblijfsruimte	$\geq 0,7 \text{ L/s per m}^2$	$\geq 2,52 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
Kleine verblijfsruimten en verblijfsgebieden	$\geq 7 \text{ L/s}$	$\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$
In bestaande bouw tellen naden en kieren ook mee bij het berekenen van de capaciteit.		
Overstroomvoorziening: tussen toevoer en afvoer moet voldoende open verbinding bestaan. De capaciteit daarvan moet even groot zijn als de voorgeschreven capaciteit van de ventilatievoorzieningen.		
Een overstroomopening van 12 cm^2 wordt geacht een capaciteit te hebben van 1 L/s .		
Voorbeeld: onder of boven de deur van het toilet moet dus een kier zitten van ruim een centimeter, of het moet een niet-hermetisch sluitende opdekdeur zijn.		

NB: In het Bouwbesluit staan de eisen in dm^3/s , maar voor leesbaarheid is hier gekozen voor liter per seconde (L/s).

De eisen voor toilet, badkamer, keuken en verblijfsruimten gelden zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bouw. Dit betekent dat alle woningen aan deze eisen moeten voldoen.

De eis van $0,7 \text{ liter per seconde per m}^2$ (L/s per m^2) voor verblijfsruimten is een *vangnet* om te zorgen dat niet een zeer geringe capaciteit in sommige ruimten van een verblijfsgebied gecompenseerd kan worden door een zeer ruime capaciteit elders in het verblijfsgebied.

De eis van $0,9 \text{ L/s per m}^2$ voor verblijfsgebieden is in de praktijk *maatgevend* voor de capaciteit van de ventilatievoorzieningen tezamen. Met andere woorden, het voorschrift per verblijfsgebied stelt aan de woning een hogere eis dan het voorschrift per verblijfsruimte. Deze eis voor het verblijfsgebied staat in het Bouwbesluit alleen voor nieuw te bouwen woningen.

Per woning hoeft de ventilatiecapaciteit niet tegelijk beschikbaar te zijn in verschillende verblijfsgebieden. Mechanische ventilatie mag in de bouwaanvraag dus afwisselend de beneden- en bovenverdieping bedienen.

In alle woningen moet de ventilatiecapaciteit ten minste 42 L/s ($\approx 150 \text{ m}^3/\text{h}$) zijn (keuken 21 , badkamer 14 en toilet 7 L/s). In nieuwbouw is dit genoeg voor een verblijfsgebied dat kleiner is dan 47 m^2 . In bestaande bouw is 42 L/s ($\approx 150 \text{ m}^3/\text{h}$) genoeg voor verblijfsruimten die samen kleiner zijn dan 60 m^2 . In een grote woning is het vloeroppervlak bepalend voor de vereiste capaciteit.

Per bewoner is de vereiste capaciteit in kleine woningen als regel lager dan in grote woningen. De voorgeschreven capaciteit kan daardoor in een kleine woning met een groot aantal bewoners ontoereikend zijn om de CO₂-gehalten laag te houden. Ook in kleine slaapkamers met een normaal aantal gebruikers kan de vereiste capaciteit kleiner zijn dan geadviseerd door de Gezondheidsraad voor het betreffende aantal personen (zie paragraaf 4.4.2).

Overige eisen aan ventilatie in het Bouwbesluit

Bij toetsing van ventilatie van bestaande woningen aan het Bouwbesluit gaat het niet alleen om capaciteit, maar ook om regelbaarheid, stromingsrichting en luchtkwaliteit.

In nieuw te bouwen woningen gelden daarvoor uitgebreidere voorschriften en tevens voorschriften voor thermisch comfort en plaats van de openingen.

De Bouwbesluiteisen voor regelbaarheid van ventilatie gelden niet voor bestaande woningen. Ze hebben alleen betrekking op ruimten voor opslag van afval of het stallen van motorvoertuigen. Die moeten een niet-afsluitbare ventilatievoorziening hebben.

Voor nieuw te bouwen woningen bepaalt het Bouwbesluit dat een ventilatievoorziening (behalve een overstroomvoorziening) voor de bewoner regelbaar moet zijn in het gebied van 0% tot 25% van de capaciteit. De voorziening mag in de nulstand niet meer doorlaten dan 10% van de capaciteit. De voorziening moet ten minste twee instelstanden hebben die onderling ten minste 10% van de capaciteit verschillen.

Via een zelfregelend rooster mag de luchtstroom niet meer dan 20% van de nominale capaciteit verschillen wanneer er tussen binnen en buiten een drukverschil is van 1 Pa tot 25 Pa.

De Bouwbesluiteisen voor de luchtstromingsrichting en luchtkwaliteit in nieuw te bouwen en bestaande woningen komen neer op wat in Tabel 4.2 staat.

Tabel 4.2 Wettelijke eisen gesteld aan de richting en de kwaliteit van ventilatiestromen

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Er is een toevoer en er is een afvoer in ieder verblijfsgebied, verblijfsruimte, toilet en badkamer. (In bestaande bouw geldt dit niet voor een verblijfsgebied.)• De toevoer werkt als toevoer en de afvoer werkt als afvoer.• De toevoercapaciteit in een verblijfsgebied moet in nieuwbouw voor > 50% rechtstreeks van buiten komen. (De andere 50% mag afkomstig zijn van een ander verblijfsgebied of gang in dezelfde woning. De toevoer van een toilet en van een badkamer mag helemaal van een verblijfsgebied of gang komen.)• Ook in een keuken in nieuwbouw moet de toevoercapaciteit voor > 50% rechtstreeks van buiten komen.• De luchtafvoer uit toilet en badkamer moet in alle woningen direct naar buiten plaatsvinden. Direct betekent: niet via een overstroomvoorziening naar een andere ruimte, ook niet naar een gang.• Uit een keuken moet ten minste 21 L/s direct naar buiten afgevoerd kunnen worden, ook in bestaande woningen. |
|---|

Het Bouwbesluit verbiedt een toevoerluchtsnelheid van meer dan 0,2 m/s (meter per seconde) in de leefzone van een verblijfsgebied voor mensen. Dit voorschrift voor thermisch comfort is nader toegelicht in paragraaf 4.2.6.

Het Bouwbesluit stelt tevens eisen aan de plaats van en de afstand tussen enerzijds een inlaatopening van luchttoevoer en anderzijds een uitlaatopening van luchtafvoer of verbrandingsproducten uit dezelfde woning. Dit is gedaan in de vorm van een voorgeschreven minimale verdunning voor luchtafvoer, afvoer van een gastoestel of afvoer van een toestel voor andere brandstoffen. Deze verdunning moet berekend worden op een manier die vastgelegd is in NEN 1087. Dit is bedoeld om de verontreiniging van ingelaten lucht te beperken.

Verder moeten de ventilatieopeningen van nieuw te bouwen woningen meer dan 2 meter liggen van de perceelsgrens of van het hart van de een openbare weg, water of groenvoorziening.

Het Bouwbesluit bevat verder bepalingen over bruikbaarheid. Deze bepalingen hebben echter geen betrekking op de ventilatievoorzieningen.

Geluid van en via ventilatievoorzieningen

Het Bouwbesluit vereist voor nieuwbouw dat een mechanisch ventilatiesysteem niet meer dan 30 dB(A) veroorzaakt in een *aangrenzende* woning.

Voor het geluidniveau van mechanische ventilatie in de *woning zelf* bestaat geen regelgeving. Er bestaat een voornemen het Bouwbesluit in 2010 te wijzigen. Er komt dan waarschijnlijk in te staan dat het geluidniveau van het ventilatiesysteem in de woning zelf ook niet hoger mag zijn dan 30 dB(A).

Het Bouwbesluit stelt ook eisen aan de geluidwering van de gevel van nieuwbouw. Die eisen gelden met de ventilatievoorzieningen in de stand die nodig is voor de vereiste ventilatiecapaciteit. De eisen komen er ongeveer op neer dat een gevel zo veel moet dempen dat er binnen niet meer dan 33 dB mag zijn, afkomstig van wegen en spoorwegen en 35 dB(A) afkomstig van industrie.

Het Bouwbesluit wijst de NEN 5077 als norm voor het bepalen van de geluidwering door een gevel (NNI, 2006a). Volgens de NEN 5077 moet de geluidwering van de gevel vastgesteld worden door het bepalen van het verschil in geluidniveau tussen buiten en binnen. In een woning met een voorziening voor natuurlijke ventilatie moet de bepaling worden uitgevoerd met die voorziening in de stand die overeenkomt met de wettelijk vereiste ventilatiecapaciteit. In de praktijk wordt zelden een meting gebruikt om de mate van geluidwering te bepalen.

Bij het aanvragen van een bouwvergunning worden berekeningen gebruikt die de geluidwering voorspellen op basis van het ontwerp. Voor deze berekening zijn methoden beschikbaar die (nog) niet verplicht gesteld zijn. Met deze methode verschilt de werkelijke geluidwering meestal minder dan 1 decibel van de voorspelde geluidwering.

In de NEN 5077 wordt gecorrigeerd voor de afmetingen van de betreffende ruimte. In een kleine ruimte valt de correctie zo uit dat het geluidniveau afkomstig van wegverkeer soms binnen kan oplopen tot 36 dB, terwijl wel voldaan wordt aan de norm voor geluidwering door de gevel. In een grote ruimte is het feitelijke geluidniveau door wegverkeer vaak niet hoger dan 30 dB en soms zelfs niet hoger dan 27 dB als wordt voldaan aan de norm voor de gevel.

Er is ook een wettelijke eis voor luchtvaartlawaai: zie Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007).

De eisen in het Bouwbesluit zijn vooral gericht op de gevel ten tijde van de bouw. Als daarna het geluidniveau buiten gestegen is, is een hoger geluidniveau binnen niet vanzelf strijdig met de wet. De woningeigenaar hoeft geen maatregelen te nemen, maar het kan wel een gezondheidsrisico zijn voor de bewoner.

Voor woningen gebouwd voor 1993 stelt het Bouwbesluit geen eisen aan de geluidwering. Er kunnen wel eisen zijn gesteld in de gemeentelijke bouwverordening, die voor 1993 technische voorschriften bevatte.

4.2.6 NEN 1087 en NEN 8087

Het Bouwbesluit verwijst naar deze beide normen. De inhoud ervan vormt dus een wettelijke regeling. Beide normen bevatten bepalingmethoden, waaronder rekenregels en testmethoden.

NEN 8087 geldt voor bestaande bouw en geeft alleen een bepalingsmethode voor de ventilatiecapaciteit (NNI, 2001b). Deze methode kan eigenlijk slechts in een laboratorium worden uitgevoerd.

De NEN 1087 geldt voor nieuwbouw (NNI, 2001a). Deze norm geeft bepalingmethoden voor:

- de capaciteit van een ventilatievoorziening;
- de regelbaarheid van onderdelen van ventilatievoorzieningen;

- het thermisch comfort;
- de richting van de ventilatiestroom.

Voor het thermisch comfort geeft NEN 1087 aan dat de luchtsnelheid bepaald moet worden in de leefzone, en omschrijft daartoe wat de leefzone is.

Tabel 4.3 Begrenzing van de leefzone volgens NEN 1087

De leefzone is dat deel van een verblijfsgebied dat zich bevindt op:

- meer dan 1,0 m van een buitengevel,
- meer dan 0,2 m van de binnenwanden die het verblijfsgebied omgeven, en
- minder dan 1,80 m van de vloer.

De praktijkrichtlijn NPR 1088 geeft een aantal mogelijke oplossingen om in de leefzone de luchtsnelheid lager te houden dan de waarde van 0,2 m/s die in het Bouwbesluit is voorgeschreven.

Het berekenen van de ventilatiecapaciteit volgens de NEN-bepalingsmethodiek is niet eenvoudig. Bovendien geeft de NEN-methode ruimte aan uiteenlopende aannames over de route van de luchtstromen. De daarop gebaseerde berekeningen kunnen veel verschillende uitkomsten hebben voor een bepaalde woning. In Bijlage 7 staat een voorbeeld.

4.3 Niet-wettelijke bouwkundige en installatietechnische richtlijnen en aanbevelingen

4.3.1 NPR 1088

De praktijkrichtlijn NPR 1088 sluit aan op NEN 1087 en geeft aanwijzingen en voorbeelden voor de uitvoering van ventilatievoorzieningen (NNI, 1999/2000). De in paragraaf 2.3 genoemde systemen A, B, C en D zijn uitgewerkt voor een eengezinswoning. Systeem C is uitgewerkt voor een appartement. Ook spui ventilatie is toegelicht.

De NPR 1088 bevat een aanbeveling om roosters voor toevoer van buitenlucht op meer dan 1,80 meter boven de vloer aan te brengen, omdat dan mag worden aangenomen dat het rooster voldoet aan de eis voor thermisch comfort in het Bouwbesluit. Dit betekent dat het niet verboden is om een toevoervoorziening lager aan te brengen. In een aanvraag voor een bouwvergunning moet voor een lage voorziening echter worden aangetoond dat de luchtsnelheid in de leefzone minder is dan 0,2 m/s onder de in NEN 1087 omschreven omstandigheden. Dit is niet haalbaar voor de meeste voorzieningen voor natuurlijke toevoer. Een uitzondering vormen bijvoorbeeld sommige dubbele horizontale schuiframen. In beginsel kan dus worden aangenomen dat een ventilatievoorziening waarvan de onderkant op minder dan 1,80 meter boven de vloer zit, niet voldoet aan de eisen voor thermisch comfort die het Bouwbesluit stelt aan nieuwbouw.

Voorzieningen voor luchttoevoer op minder dan 1,80 m boven de vloer zijn toegestaan, maar voldoen in de meeste woningen van na 1-10-1992 niet aan de voorschriften.

4.3.2 NEN 15251

De niet wettelijk verplichtende richtlijn NEN-EN 15251:2007 geeft richtwaarden voor drie kwaliteitsklassen van ventilatie (NNI 2007b). Deze richtwaarden zijn opgesteld door een Europese werkgroep als ontwerpcriteria voor energiezuinige woningen. Ze zijn bedoeld als uitgangspunt bij het berekenen van de energieprestatie. De richtwaarden zijn weergegeven in Tabel 4.4.

- Klasse I is een hoog kwaliteitsniveau; aanbevolen voor gebruik door gevoelige personen zoals zeer jonge kinderen, ouderen en zieken.
- Klasse II is een normaal kwaliteitsniveau; behoort toegepast te worden bij nieuwbouw en renovatie.
- Klasse III is een acceptabel kwaliteitsniveau; is toelaatbaar in bestaande gebouwen.

Tabel 4.4 Aanbevolen ventilatie volgens NEN 15251

		<i>Klasse I</i>	<i>Klasse II</i>	<i>Klasse III</i>
woonkamer en slaapkamers	<i>L/s per persoon (a)</i>	10	7	4
	<i>L/s per m² (b)</i>	1,4	1,0	0,6
vloer totaal	<i>L/s per m² (c)</i>	0,49	0,42	0,35
keuken	<i>L/s (d)</i>	28	20	18
badkamer	<i>L/s (e)</i>	20	15	10
toilet	<i>L/s (f)</i>	14	10	7
Bereken voor de hele woning de benodigde luchttoevoer in rij (a), (b) en (c). Kies hiervan de hoogste waarde voor de hele woning. Pas de te realiseren luchttoevoer (d) + (e) + (f) hierbij aan.				

Klasse III is voor de woonkamer en slaapkamers lager dan de advieswaarde van de Gezondheidsraad (zie paragraaf 4.4.2). Voor keuken en badkamer is klasse III lager dan de eisen in het Bouwbesluit en is dus in Nederland niet acceptabel.

Wanneer er geen personen in de woning zijn, mag de ventilatie volgens NEN 15251 teruglopen naar 0,05 tot 0,1 L/s/m² (= 0,18 tot 0,36 m³/h/m²).

4.3.3 Garantie Instituut Woningbouw

Bij het afsluiten van een garantieregeling bij het Garantie Instituut Woningbouw (GIW) voor een te bouwen woning, verwijst het contract naar een aantal eisen en adviezen die aanvullend zijn op het Bouwbesluit. Met ingang van augustus 2008 stelt het GIW aan de voorzieningen voor natuurlijke of mechanische ventilatie de eisen die weergegeven zijn in de onderstaande tabel (GIW/ISSO 2008).

Tabel 4.5 Vereiste ventilatiecapaciteit volgens GIW-contract

<i>ruimte</i>	<i>GIW-eis (in L/s)</i>	<i>komt overeen met (m³/uur)</i>
ruimte < 2,5 m ² voor wasautomaat en/of wasdroger	7	25
ruimte > 2,5 m ² voor wasautomaat en/of wasdroger	14	50
bergruimte (behalve trapkast)	7	25

Het GIW geeft voor ventilatievoorzieningen diverse technische aanbevelingen voor:

- uitgangspunten voor berekeningen van drukverlies en maximale luchtsnelheid in ventilatiekanalen;
- het ontwerp van ventilatiekanalen;
- het ontwerpen en monteren van WTW-units;
- het luchtzijdig inregelen van mechanische ventilatie;
- ruimten voor het stallen van motorvoertuigen.

Het GIW geeft voor de ventilatievoorzieningen tevens een reeks adviezen die neerkomen op het volgende.

- Het is ten eerste af te raden de *krijtstreepmethode* te hanteren voor het bepalen van de ventilatiecapaciteit, evenals *gelijkwaardigheidsverklaringen* die als doel hebben het opgestelde ventilatievermogen te beperken. (Voor de begrippen krijtstreep en gelijkwaardigheid zie paragraaf 4.2.5 respectievelijk 4.2.)
- Het is aan te raden de installatie zo te ontwerpen dat de vereiste ventilatiehoeveelheden *tegelijktijdig* in *alle* ruimten gerealiseerd kunnen worden.

- Bij het toepassen van energiezuinige ventilatiesystemen is het noodzakelijk dat de ventilatiecapaciteit het niveau van de wettelijke eisen en de GIW-eisen kan halen en *behouden*.
- Mechanische ventilatie bij voorkeur uitrusten met een *driestandenregelaar* in de keuken *en* in de badkamer.
- De laagstand van mechanische ventilatie moet volgens het Bouwbesluit ten minste 10% van de vereiste capaciteit halen, maar het is aan te raden de laagstand op *ten minste 30%* van de vereiste capaciteit in te stellen.
- Het is aan te raden in de *middelste* stand te voldoen aan de capaciteitseisen van het Bouwbesluit en die van het GIW.
- Mechanische ventilatie aansluiten op een *schakelaar* in de meterkast of op een aparte, duidelijke gemarkeerde elektragroep om deze op eenvoudige wijze uit te kunnen schakelen bij calamiteiten.
- Afstand tussen inlaat van luchttoevoer en uitlaat van rioolontluchting volgens NEN 3215 en NTR 3216.
- In het ontwerp rekening houden met de afstand tussen inlaatopeningen voor luchttoevoer en uitlaatopeningen voor rioolontluchting, rookgasafvoer en ventilatieluchtafvoer op *andere* percelen.
- Het is aan te raden om van de inregeling een meetrapport op te stellen met daarin:
 - de gemeten luchtstromen in de verschillende standen van de regelaar;
 - welk percentage de gemeten luchtstromen zijn van de vereiste luchtstromen volgens het Bouwbesluit;
 - of de standen van de regelaar overeenkomen met de betreffende toeren van de ventilator(en);
 - de instelgegevens van de ventilator(en) en afzuig- en toevoerroosters.
- Spleet van ten minste 3,5 cm onder binnendeuren, tenzij er andere overstroomvoorzieningen zijn.
- De koper erop wijzen dat de deur ingekort of nagesteld dient te worden bij het leggen van een vloerbedekking en dergelijke van meer dan 1,5 cm dik.
- Het is af te raden een motorloze afzuigkap aan te sluiten op een kanaal van het mechanische afvoersysteem.
- Het niet mogelijk een gemotoriseerde afzuigkap aan te sluiten op een kanaal van het mechanische afvoersysteem.
- Een afzuigkap kan wel worden aangesloten op een eigen afvoer rechtstreeks naar buiten of (met een terugslagklep) op een centraal afvoerkanaal.
- Bij een afzuigkap met een capaciteit van 300 m³/h (= 83 L/s) is het aan te raden een extra (afsluitbare) opening voor luchttoevoer aan te brengen, bijvoorbeeld een klepraampje.
- In een woning met een mechanische afzuiging of balansventilatie en met een schoorsteenkanaal voor een houtkachel of open haard is het aan te raden om het schoorsteenkanaal afsluitbaar te maken en te voorzien van een rookgasventilator; tevens is het aan te raden om in de nabijheid van de haardplaats een afsluitbare luchttoevoer aan te brengen.
- Het is aan te raden bij oplevering van de woning de volgende documenten te leveren:
 - gebruikerhandleiding;
 - technische documentatie van de apparatuur;
 - inregelgegevens: inregelstanden van ventielen en ventilatoren;
 - meetrapport.

4.3.4 Praktijkboek gezonde gebouwen

Het Praktijkboek Gezonde Gebouwen vermeldt de volgende waarden om de ventilatie in woningen te beoordelen (Slob en Habets, 2002). Dit is gebaseerd op de NPR 1752 (NNI, 1999b). Deze waarden zijn overgenomen in het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007).

Tabel 4.6 Richtwaarden in Praktijkhandboek Gezonde Gebouwen (Slob en Habets, 2002)

<i>luchtverversing per persoon</i>	<i>CO₂-concentratie</i>	<i>omschrijving</i>
19 L/s = 70 m ³ /h	< 500 ppm	zeer goed
14 L/s = 50 m ³ /h	500-750 ppm	goed
8 L/s = 30 m ³ /h	750-1000 ppm	minder goed

4.3.5 Ventilatiegeluid

De GIW-garantieregeling die in een koopcontract kan worden vastgelegd, stelt verschillende eisen aan het geluid afkomstig van diverse installaties binnen een woning bij oplevering (GIW/ISSO 2008). Van installaties voor ventilatie mag het geluidniveau in huis niet hoger zijn dan 30 dB(A).

Het verlagen van het geluidniveau mag volgens het GIW-contract uiteraard niet leiden tot het verlagen van de capaciteit van de mechanische ventilatie tot onder het vereiste niveau (zie paragraaf 4.3.5). Toch gebeurt dit in de praktijk wel eens als de ventilatiecapaciteit niet tegelijk ook gemeten wordt.

De Vereniging Eigen Huis hanteert een waarde van 30 dB(A) voor een ingerichte woning en vindt dat in een kale woning het geluidniveau niet hoger mag zijn dan 35 dB(A).

In de niet wettelijk verplichtende richtlijn NEN 1070 staan toetswaarden voor de geluidniveaus binnenshuis (NNI, 1999a). De toetswaarden zijn ingedeeld op vijf niveaus, vooral op basis van haalbaarheid.

- Klasse 1 levert een hoge mate van bescherming en is met de huidige stand der techniek het best haalbare gelet op (financiële) inspanning en resultaat.
- Klasse 2 levert onder normale omstandigheden een goede bescherming, is met beperkte middelen haalbaar en geeft een duidelijke verbetering ten opzichte van het Bouwbesluit-niveau.
- Klasse 3 levert bescherming tegen ontoelaatbare verstoring en is het door het Bouwbesluit omschreven minimumniveau voor nieuwbouw; volgens NEN 1070 is dit niveau conform de huidige bouwpraktijk.
- Klasse 4 leidt regelmatig tot verstoring; dit is een niveau dat haalbaar is bij renovatie van woningen van voor 1993.
- Klasse 5 levert geen bescherming en is minimaal noodzakelijk bij onderhoud of woningverbetering van woningen van voor 1993.

Deze classificatie is in een verblijfsruimte ook bruikbaar voor het beoordelen van het geluidniveau afkomstig van de eigen mechanische ventilatie in de hoogstand. In Tabel 4.7 staat een wat aangepaste omschrijving van klasse 4 en 5.

Tabel 4.7 Toetswaarden voor ventilatiegeluid afgeleid van NEN 1070 (NNI, 1999a)

<i>geluidniveau</i>	<i>klasse</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>bewoners met hinder</i>
< 20 dB(A)	1	het best haalbare niveau	< 5 %
20-25	2	met beperkte extra middelen haalbaar	5-10
25-30	3	minimumniveau volgens Bouwbesluit	10-25
30-35	4	te halen bij renovatie van woning van voor 1993	25-50
35-40	5	te halen bij onderhoud van woning van voor 1993	>50

In onderzoek van 97 representatieve woningen tijdens de oplevering zat het ventilatiegeluid in 3 woningen in klasse 2, en 7 haalden klasse 3 (Kuindersma en Ruiter, 2007). Een kwart zat in klasse 4, een kwart in klasse 5 en een derde haalde zelfs die klasse niet.

4.3.6 Filters

Filters worden toegepast bij mechanische ventilatie. Gangbaar zijn G3- en G4-filters. Dit zijn grove filters die bedoeld zijn om het vervuilen van het ventilatiesysteem enigszins te beperken. Er zijn ook fijnmaziger filters; ze worden aangeduid met een F. Hoe hoger het nummer, hoe fijnmaziger het filter.

Een F9-filter verwijdert vrijwel alle deeltjes groter dan een micrometer, ongeveer de helft van de deeltjes tussen 0,1 en 1 μm en ongeveer de helft van de deeltjes kleiner dan 0,01 μm . Toch is de lucht die toegevoerd wordt via een dergelijk filter niet veel beter van kwaliteit dan de lucht via een filter dat wat minder van die deeltjes tegenhoudt (Fisk et al., 2002). De grote aantallen deeltjes tussen 0,01 en 0,1 μm worden immers door bijna alle filters slecht tegengehouden. Ook kunnen bronnen binnenshuis een rol spelen.

Om sterk verontreinigde lucht te reinigen, kan ook een elektrostatisch filter worden toegepast. Een dergelijk filter vergroot de weerstand niet. Een elektrostatisch filter kan ook het aantal ultrafijne deeltjes verminderen (Morawska et al., 2002).

Goede filtering kan vooral zinvol zijn in de luchttoevoer op hoogbelaste locaties. Filters kunnen in serie geplaatst worden om de effectiviteit te vergroten. Voor woningen zijn dergelijke cascadefilters nog nauwelijks op de markt. Dat is mede een gevolg van het ontbreken van een economische vraag ernaar. Cascades van meer filters passen niet in een standaard ventilatiebox. Wel kunnen er filters voor of achter de ventilatiebox worden geplaatst.

De niet wettelijk verplichtende richtlijn NEN 15251 (NNI, 2007b) verwijst voor filters in woningen naar NEN 13779 (NNI, 2007a). De ook niet verplichtende richtlijn NEN-EN 13779 geeft voor toevoerfilters de aanbevelingen die zijn weergegeven in Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Aanbevolen minimale filterkwaliteit voor luchttoevoer volgens NEN 13779 (NNI, 2007a)

<i>buitenluchtkwaliteit</i>	<i>gewenste binnenluchtkwaliteit</i>			
	hoog	tamelijk goed	matig	laag
schoon	F9	F8	F7	F6
met stof	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
met gassen	F7/F9	F8	F7	F6
met stof en gassen	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
sterk verontreinigd	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6/F7	G4/F6

F= fijn, G = grof, GF = gasfilter bijvoorbeeld actieve kool

Voor veel situaties staan 2 of 3 filters vermeld in Tabel 4.8. De NEN-aanbeveling is dan om deze 2 of 3 filters in serie te plaatsen, en wel zo dat de lucht eerst het eerstgenoemde filter passeert. Dit eerste filter is bedoeld om de vervuiling van het fijnere filter te vertragen. Hoe fijner het filter en hoe meer filters in serie, des te meer weerstand er bestaat tegen de luchtstroom en des te meer kracht het kost om een bepaalde luchtstroom te realiseren. Dit gaat in principe gepaard met een hoger energiegebruik en een hogere geluidproductie. Ook stijgt de kans op een lekstroom van lucht om het filter heen.

Het is raadzaam om een eventueel tweede en derde filter in de luchtstroom op enige afstand achter de ventilator te plaatsen op een plek waar de luchtstroom homogeen verdeeld is binnen het kanaal.

Om groei van micro-organismen in het systeem te voorkomen, moet de installatie zo ontworpen zijn dat de relatieve luchtvochtigheid er altijd lager is dan 90% en gemiddeld over drie dagen lager dan 80% (NEN 13779). Dit is vooral van belang voor filters, warmtewisselaars en kanalen voor mechanische luchttoevoer. Daarin kan condensvorming en groei van micro-organismen plaatsvinden op vochtige dagen met een buitentemperatuur die hoger is dan de binnentemperatuur (Moritz et al., 2001). Condensvorming kan versterkt worden door een warmtewisselaar.

Hoe goed het ontwerp en de filterkwaliteit ook zijn, het blijft belangrijk om het juiste filtermateriaal te gebruiken en de filters schoon te houden (zie paragraaf 3.3).

NEN 13779 beveelt aan om het tweede en derde filter niet langer dan drie jaar te gebruiken en het eerste filter niet langer dan een jaar. Vervanging dient het liefst na het pollenseizoen plaats te vinden, dus in de herfst.

Op www.mijninstallaties.info staan adviezen voor het reinigen en vernieuwen van filters. ISSO doet daar als kennisinstituut voor de installatiebranche de volgende aanbevelingen voor het onderhoud van balansventilatie.

- Maak 1x per maand de WTW-unit vanbinnen schoon of zo veel vaker als nodig blijkt.
- Vervang de beide filters minimaal 2x per jaar of zo veel vaker als nodig blijkt.

4.3.7 Reiniging en vervanging

ISSO geeft in specificatieblad V.4-2 de volgende richtlijnen voor reiniging en vervanging van andere delen van ventilatiesystemen (ISSO, 2008).

- Mechanisch ventilatiesysteem iedere vier jaar controleren en herinregelen.
- Ventielen iedere vier jaar reinigen (evenals toevoerroosters).
- Kanalen iedere acht jaar reinigen.
- Ventilator iedere twee jaar reinigen en na zestien jaar vervangen.

Voor balansventilatie geeft ISSO daarbij onder andere de volgende richtlijnen.

- Algehele controle ieder jaar.
- Bypassregeling en vorstregeling iedere twee jaar controleren.
- Warmtewisselaar, condensbak en eventuele voorverwarming iedere twee jaar reinigen.
- Warmtewisselaar na zestien jaar vervangen.

Voor collectieve ventilatiesystemen geeft ISSO de volgende richtlijnen.

- Mechanisch ventilatiesysteem iedere vier jaar controleren en herinregelen.
- Afzuigventielen iedere vier jaar reinigen (evenals toevoerroosters).
- Afzuigkanalen iedere acht jaar reinigen.
- Dakventilator iedere twee jaar reinigen en na zestien jaar vervangen.
- Geluiddemper iedere acht jaar vervangen.

Op www.mijninstallaties.info staan adviezen voor het reinigen en vernieuwen van filters. ISSO doet daar de volgende aanbevelingen voor het onderhoud van balansventilatie.

- Reinig de toevoer- en de afvoerventielen minimaal 1x per jaar of zo veel vaker als nodig blijkt.
- Laat de ventilatie-unit 1x per jaar door uw installateur nakijken en zo nodig schoonmaken/bijstellen.

Tevens geeft de site aanwijzingen hoe de ventielen zelf te reinigen. Voor een systeem met natuurlijke luchttoevoer vervalt de eerste aanbeveling en verdubbelt het interval tussen de onderhoudsbeurten.

ISSO geeft in specificatieblad IV.3-2 de richtlijn dat luchtkanalen niet meer stof mogen bevatten dan 3 g/m^2 (ISSO 2008).

Om reinigen mogelijk te maken is het gewenst dat alle kanalen toegankelijk zijn, bijvoorbeeld via toegangsluiken die zo zijn geplaatst dat het hele kanaal gemakkelijk schoongemaakt kan worden. De installatiesector heeft hiervoor een richtlijn in NEN-EN 12097 (NNI, 2006b).

4.3.8 Keuring

In 2009 heeft het KBI (Stichting Kwaliteitsborging Installatiesector) een keuring ontwikkeld voor een ventilatiesysteem in woningen. De keuring kan plaatsvinden bij oplevering of nadien, bijvoorbeeld bij verkoop of verhuur of na onderhoud.

In een certificaat wordt vastgelegd wat de feitelijke prestatie van het ventilatiesysteem is. De ventilatieprestatiekeuring vindt plaats volgens de bijbehorende Beoordelingsrichtlijn BRL8010-C getiteld

Beoordelen ventilatievoorzieningen van woningen (KBI, 2009). Deze richtlijn toetst de prestatie alleen aan de normen die het Bouwbesluit stelt.

4.4 Bestaande gezondheidkundige advieswaarden

4.4.1 Algemeen

Kwantitatieve gezondheidkundige toetsing kan plaatsvinden aan verschillende soorten waarden: aan wettelijk of beleidsmatig vastgestelde normen of aan professionele toetswaarden.

Er zijn geen officiële normen voor ventilatie in woningen die berusten op goed onderzoek naar gezondheid in brede zin. Evenmin zijn er professionele toetswaarden die gekoppeld zijn aan een maximaal toelaatbaar of verwaarloosbaar risiconiveau van ventilatie in het algemeen. Er zijn wel referentiewaarden voor CO₂. Maar er zijn slechts weinig gegevens over welke samenhang tussen CO₂ en concentraties van andere stoffen gebruikelijk is in woningen.

Omdat niet bekend is welk niveau van luchtverversing nodig is om de concentratie van stoffen voldoende te verdunnen om een bepaald risiconiveau te bereiken, is het lastig een norm of toetswaarde op te stellen voor ventilatie die adequaat is in allerlei situaties.

Al in 1858 oordeelde Pettenkofer dat de binnenlucht slecht is als de CO₂-concentratie hoger is dan 1000 ppm en goed als hij lager is dan 700 ppm (Pernot et al., 2003). Hij schrijft dat voor een persoon, die per uur 300 liter lucht uitademt, een ventilatie nodig is van 60 m³/uur. Omgerekend komt dit neer op een CO₂-concentratie die binnen maar 200 ppm hoger is dan buiten. Zijn aanbevelingen hebben lang stand gehouden (Hasselaar, 2002).

Modale bewoners hebben volgens een schatting van TNO een voorkeur voor een gemiddelde ventilatie van 175 m³/uur van hun woonkamer (Dongen, 2004). In de helft van de woningen ligt de ventilatie tussen 40-60 L/s (= 144-216 m³/uur). Minder dan 30 l/s (= 108 m³/uur) wordt er geventileerd in 20% van de woningen.

4.4.2 Gezondheidsraad

In 1984 heeft de Gezondheidsraad de vraag beantwoord hoeveel ventilatie er in woningen ten minste zou moeten zijn (Gezondheidsraad, 1984). De Raad signaleert een mogelijke verhoging van de risico's voor de gezondheid door vermindering van de ventilatie om energie te besparen, gecombineerd met toepassing van steeds meer verschillende chemische stoffen in de woning. Toch is het uitgangspunt van de Raad dat alleen de mens een onvermijdelijke bron van verontreiniging in woningen is. 'De overige bronnen van verontreiniging in een woning worden beschouwd als vermijdbare bronnen. Ze dienen zoveel mogelijk vermeden of beperkt te worden om de kwaliteit van de binnenlucht te waarborgen.' De Raad adviseert een preventiebeleid op basis van keuring van producten aan de hand van emissienormen. De Raad vindt dat producten vóór ze op de markt komen, onderzocht moeten zijn op eventuele gezondheidsrisico's bij toepassing c.q. gebruik in een woning. Bij het opstellen van productnormen dient, rekening houdend met de in de praktijk optredende spreiding in de ventilatie van woningen, te worden uitgegaan van de onderkant van de ventilatieverdeling, hetgeen neerkomt op een verse-luchttoevoer van 5 m³/h per persoon per vertrek. Dit advies van de Gezondheidsraad is niet opgevolgd.

Uit onderzoek naar de CO₂-concentratie en hinder door lichaamsgeurtjes leidt de Gezondheidsraad af dat de toevoer van verse lucht niet minder moet zijn dan 25-35 m³/h per persoon om de geurhinder te beperken tot 10% van de personen die binnenkomen. Mensen die binnen zijn, raken snel aan de geur gewend en hebben minder hinder. Bij normale huiselijke activiteiten zou 25 m³/h (= 7 L/s) per persoon voldoende moeten zijn. Dit zou overeenkomen met een CO₂-gehalte van 1200 ppm, maar de Gezondheidsraad heeft dit niet expliciet als advieswaarde genoemd. De Gezondheidsraad adviseert om

25 m³/h per persoon aan te houden als minimumcapaciteit voor de in een woning aan te brengen ventilatievoorzieningen.

Advieswaarde Gezondheidsraad: 25 m³/h per persoon ter beperking van hinder door geuren van aanwezigen in afwezigheid van andere bronnen.

Uitgangspunt van de Gezondheidsraad is dat er in woningen geen andere bronnen van verontreiniging hoeven te zijn dan de bewoners. De Gezondheidsraad heeft daarbij aangegeven dat de ventilatie navenant groter dient te zijn als er wel andere bronnen van verontreiniging in huis zijn. In de praktijk zijn extra bronnen niet te vermijden.

Het advies van de Gezondheidsraad impliceert dat de ventilatie groter moet zijn in woningen waar andere bronnen van verontreiniging zijn dan de bewoners zelf.

De advieswaarde van de Gezondheidsraad houdt geen rekening met personen die gevoelig reageren op lage concentraties van verontreinigingen. Woningen met normale materialen, toestellen, gebruiksvoorwerpen enzovoort kunnen voor dergelijke personen problematisch zijn als de maximale ventilatiecapaciteit niet groter is dan de aanbeveling van de Gezondheidsraad.

De Gezondheidsraad houdt geen rekening met een extra ventilatiebehoefte van gevoelige personen.

4.4.3 **Andere gezondheidkundige advieswaarden**

Volgens een internationale expertgroep is voor het afvoeren van vocht en het beperken van het aantal huisstofmijten een ventilatievoud nodig van ten minste 0,5 per uur (Wargocki et al., 2002).

In een woning komen tevens continu verontreinigingen vrij zoals radon, formaldehyde en andere VOS. Hoe minder ventilatie des te hoger de concentratie. Sommige van deze stoffen adsorberen aan oppervlakken en komen later weer vrij. Om deze verontreinigingen af te voeren, zou in woningen het ventilatievoud *nooit* kleiner moeten zijn dan 0,5 per uur (Seppänen en Fisk, 2004). Dit betekent 100 tot 200 m³/h (= 28 – 56 L/s) per woning. Dit ventilatievoud van 0,5/h kan afkomstig zijn van infiltratie en exfiltratie. In luchtdichte woningen met mechanische afzuiging kan het ventilatievoud van 0,5/h gelden als een streefwaarde voor de laagstand. Deze laagstand is bedoeld voor perioden dat er niemand thuis is.

TNO concludeert uit internationale aanbevelingen dat de CO₂-concentratie met het oog op de gezondheid niet hoger moeten worden dan 900 ppm voor gezonde volwassenen, 700 ppm voor kinderen en 600 ppm voor de meest gevoelige personen (Pernot et al., 2003). Daarvoor zou per persoon 45 -80 m³/h geventileerd moeten worden.

In het Handboek Binnenmilieu zijn waarden uit de NEN 15251 (zie paragraaf 4.3.2) gekoppeld aan de kans op een aantal gezondheidsrisico's (Peeters, 2007). De vermelde inschatting van gezondheidsrisico's berust op expert judgement. Dit is weergegeven in Tabel 4.9.

De middelste kwaliteitsklasse komt overeen met het voorschrift van het Bouwbesluit: 7 L/s (= 25 m³/h) per persoon. Een verdubbeling van de ventilatie is gekozen als hoogste kwaliteitsklasse. De beide laagste kwaliteitsklassen voldoen niet aan het Bouwbesluit en mogen eigenlijk niet voorkomen.

De in Tabel 4.9 vermelde percentages gehinderden komen niet precies overeen met die van de Gezondheidsraad doordat beide op ruwe schattingen berusten. Met 'SBS-klachten' zijn gebouwgerelateerde gezondheidsklachten bedoeld (zie ook paragraaf 3.6).

Tabel 4.9 Gezondheidsrisico's van weinig ventilatie volgens Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007)

Verse luchttoevoer in woon- en Slaapkamers (l/s/m ²)	Verse luchttoevoer per persoon (l/s pp)	Gezondheidseffecten
2,0	± 14	• 10% kans op geurhinder bij binnenkomst • nihil risico op 'SBS-klachten' en slijmvliesirritaties • zeer beperkt risico op overdracht infectieziekten via lucht • geen hyperreactiviteit luchtwegen (kortademigheid e.d.) • geen sensibilisatie tegen allergenen • geen verhoogd risico op longkanker
1,4	± 10	• 15% kans op geurhinder bij binnenkomst • zeer beperkt risico op 'SBS-klachten' en slijmvliesirritaties • beperkt risico op overdracht infectieziekten via lucht • enige hyperreactiviteit luchtwegen, meestal zonder subjectieve klachten • enige sensibilisatie tegen allergenen kan optreden • gering risico op longkanker
1,0	± 7	• 20% kans op geurhinder bij binnenkomst • beperkt risico op 'SBS-klachten' en slijmvliesirritaties • risico op overdracht infectieziekten via lucht • enige hyperreactiviteit luchtwegen, met subjectieve klachten • sensibilisatie tegen allergenen kan optreden • gering risico op longkanker
0,6	± 4	• 30% kans op geurhinder bij binnenkomst • risico op 'SBS-klachten' en slijmvliesirritaties • verhoogd risico op overdracht infectieziekten via lucht • hyperreactiviteit luchtwegen, met subjectieve klachten • verhoogde kans op sensibilisatie tegen allergenen • verhoogd risico op longkanker
0,4	± 2,5	• 50% kans op geurhinder bij binnenkomst • verhoogd risico op 'SBS-klachten' en slijmvliesirritaties • hoog risico op overdracht infectieziekten via lucht • extra hyperreactiviteit luchtwegen, met subjectieve klachten • hoge kans op sensibilisatie tegen allergenen • verhoogd risico op longkanker

De hoogste kwaliteitsklasse geeft het niveau van de ventilatie dat wenselijk is met het oog op de verontreinigingen die vrijkomen in woningen en met het oog op daar verblijvende gevoelige groepen. Dit betekent een ventilatie van 14 L/s (= 50 m³/h) per persoon. Dit kan gehalveerd worden in afwezigheid van gevoelige personen en bronnen van verontreiniging.

4.5 Referentiewaarden

In sommige situaties is het handig om de ventilatie en de ventilatievoorzieningen te vergelijken met wat gebruikelijk is. In opdracht van VROM zijn velerlei metingen gedaan in 1240 representatieve woningen; de uitkomsten zijn door TNO beschreven (Dongen en Vos, 2007).

De CO₂-concentratie is gedurende een week in het stookseizoen gemeten. In sommige woningen komt de concentratie niet hoger dan 500 ppm in de woonkamer en/of de slaapkamer. In andere woningen loopt het

gehalte op tot bijna 3000 ppm. De modale waarde van de hoogste per woonkamer gemeten concentratie is 1312 ppm en per slaapkamer 1175 ppm.

De gemiddelde tijdsduur dat de CO₂-concentratie hoger is dan een toetswaarde is als volgt.

Tabel 4.10 Gemeten gemiddelde overschrijdingsduur (Dongen en Vos, 2007)

<i>CO₂-concentratie</i>	<i>Overschrijdingsduur</i>
> 800 ppm	35 uur/week
> 1000 ppm	21 uur/week
>1200 ppm	14 uur/week

De CO₂-concentratie van de woonkamer hangt samen met het aantal bewoners (Lucht et al., 1995). Koken op gas kan ook een bijdrage leveren. Huisdieren hebben doorgaans weinig invloed en kamerplanten helemaal niet.

Uit het onderzoek blijkt dat de capaciteit van de mechanische afzuiging in stand 1 gemiddeld 6 L/s (= 22 m³/uur) is en in stand 3 gemiddeld 13 L/s (= 47 m³/h) (Dongen, 2007).

5 Op gezondheid gerichte onderzoeksmethoden en beoordelingscriteria

Dit hoofdstuk beschrijft nieuw geformuleerde methoden en nieuw ontwikkelde criteria voor een op de gezondheid gerichte beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen. Daarbij is zo veel mogelijk aangesloten op het bestaande toetsingskader dat in het vorige hoofdstuk is beschreven. Bij juridische toetsing zullen de wettelijke voorschriften centraal staan. Bouw- en Woningtoezicht zal daarop in eerste instantie terugvallen. Maar een woning die voldoet aan de wettelijke voorschriften kan toch een risico vormen voor de gezondheid. Daarom is in dit hoofdstuk een aanvullend instrumentarium geformuleerd.

5.1 Inleiding

Bij het beoordelen van de ventilatie en de ventilatievoorzieningen van een woning gaat het om het beantwoorden van twee vragen.

- Wordt er feitelijk voldoende geventileerd?
- Is er voldoende ventilatie mogelijk?

Beide vragen zijn vaak met elkaar verweven.

In dit hoofdstuk zijn de onderzoeksmethoden beschreven die de GGD kan hanteren en de beoordelingscriteria die de GGD kan toepassen. Dat het kan, betekent niet vanzelf dat het altijd moet. De keuzes worden op hoofdlijnen gemaakt door het management en het bestuur van de GGD (zie paragraaf 6.1.2).

In het algemeen worden niet meteen alle genoemde onderzoeksmethoden ingezet om een antwoord te geven. De beantwoording begint met lichte methoden, die worden zonodig aangevuld met zwaardere methoden. Het stapsgewijze proces is beschreven in hoofdstuk 6.

De methoden zijn als volgt in te delen.

1. Telefoongesprek voeren (zie paragraaf 5.2).
2. Officiële capaciteitsgegevens verkrijgen (zie paragraaf 5.3).
3. Huisbezoek uitvoeren (zie paragraaf 5.4).

Kennis van alle methoden is van belang om goed te kunnen adviseren. Dit wil niet zeggen dat GGD-medewerkers zelf alle onderzoeksmethoden moeten uitvoeren. Het telefoongesprek, het visuele deel van de woninginspectie en de CO₂-meting behoren tot het standaardpakket van GGD'en. Een aantal andere methoden wordt alleen door sommige GGD'en toegepast. De uitvoering kan ook door anderen plaatsvinden, bijvoorbeeld door de gemeentelijke afdeling Bouw- en Woningtoezicht. Dat heeft voordelen als het gaat om het beoordelen of de ventilatievoorzieningen voldoen aan de wettelijke voorschriften. De metingen moeten dan eventueel bruikbaar zijn in een handhavingstraject. De metingen door een GGD zijn doorgaans slechts indicatief.

In paragraaf 5.5 staan beoordelingscriteria voor feitelijke ventilatie en mogelijke ventilatie.

5.2 Telefoongesprek

Om een indruk te krijgen van de feitelijke ventilatie, kunnen vragen worden gesteld aan de bewoner. De antwoorden geven weinig zekerheid, zeker als er een verschil van inzicht bestaat tussen huurder en verhuurder.

Een gesprek kan op vele manieren verlopen. Hieronder staan aandachtspunten.

5.2.1 Vragen over gezondheid

Bij een telefonische vraag over gezondheidsklachten met een mogelijke relatie tot woningventilatie wordt navraag gedaan naar de volgende aspecten:

- het begin, de aard en de ernst van de klachten;
- de continuïteit van de klachten tijdens verblijf elders;
- de aanwezigheid van overeenkomstige klachten bij medebewoners;
- de aanwezigheid van overeenkomstige klachten in soortgelijke woningen;
- de mate waarin de bewoners het probleem kunnen hanteren.

5.2.2 Vragen naar het ventilatiesysteem

Het is van belang na te gaan welk soort ventilatiesysteem aanwezig is. Dat is niet altijd duidelijk.

Bijvoorbeeld een rooster in een plafond of wand kan een toevoer, een afvoer of een overstroomvoorziening zijn.

- A. Er zijn geen afzuigventielen voor mechanische ventilatie in het plafond van de keuken, toilet en badkamer. Soms zitten daar wel openingen voor natuurlijke ventilatie. Het zijn ronde openingen zonder ventiel of rechthoekige roosters waarachter een kanaal zit zonder ventilator. De keuken, het toilet en de badkamer hebben raampjes of roosters naar buiten.
Als er geen mechanische ventilatie is dan gaat het om systeem A: geheel natuurlijke ventilatie. Dit systeem komt voor in oudere woningen. Vanaf 1975 zijn de voorschriften zodanig dat de meeste nieuwe woningen mechanische afzuiging kregen (Hasselaar, 2001).
- B. Er is een mechanische toevoer en natuurlijke afvoer. Voor de afvoer zijn geen bijzondere voorzieningen nodig; open roosters zijn genoeg. De laatste jaren wordt soms een mechanische luchttoevoer achter radiatoren geplaatst (meestal in combinatie met een mechanische afzuiging elders in de woning). Onlangs is een product op de markt gekomen dat op de binnenkant van een buitenmuur wordt geplaatst en dat parallel aan die muur lucht inblaast die van buiten naar binnen komt via een kleine opening.
Systeem B bestaat uit mechanische toevoer en natuurlijke afvoer. Dit is ongebruikelijk.
- C. Er zijn openingen voor mechanische ventilatie in het plafond van de keuken, toilet en badkamer, maar niet in de woonkamer en slaapkamers. De openingen hebben de vorm van ronde ventielen. Van het ventiel is een ronde schijf zichtbaar die de opening grotendeels afsluit.
Onlangs is er een apparaat op de markt gekomen dat lucht uit slaapkamers rechtstreeks kan afvoeren, los van de centrale afzuiging van de woning.
De combinatie van natuurlijke toevoer en mechanische afvoer heet systeem C. Dit is het meest gangbare ventilatiesysteem.
- D. Er zijn openingen ('ventielen') voor mechanische ventilatie in het plafond van de keuken, toilet en badkamer, en ook in het plafond of een wand van de woonkamer en slaapkamers. Als regel is er dan ook een centrale ventilatorunit met twee kanalen naar buiten. Het gaat dan om systeem D: balansventilatie.
Er zijn echter ook woningen met een decentrale balansventilatie. Achter radiatoren zitten dan een mechanische toevoer en een mechanische afvoer.
Centrale balansventilatie is al lang in een beperkt aantal huizen toegepast. De laatste jaren is het percentage woningen met centrale balansventilatie gegroeid. Decentrale balansventilatie is pas een paar jaar geleden geïntroduceerd. Balansventilatie wordt vooral toegepast vanwege de warmteterugwinning (zie paragraaf 2.4).

Sommige bewoners noemen balansventilatie *heteluchtverwarming* vanwege het voorverwarmen van de ingeblazen lucht door de warmteterugwinning. Maar het is beter de term luchtverwarming te reserveren voor een systeem met een echt verwarmingselement in de luchttoevoer.

Voor de beoordeling kan het van belang zijn ook te vragen naar:

- bouwjaar;
- latere kierdichting;
- onderhoud van mechanische ventilatie;
- inregelrapporten van mechanische ventilatie;
- geur, condens, schimmel;
- aantal bewoners;
- bijzondere bronnen van verontreiniging;
- huur of koop.

Achtergrondinformatie hierover staat in het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007).

5.2.3 Vragen over gebruik van ventilatievoorzieningen

Men kan onder andere de volgende vragen stellen:

- Zijn alle ventilatievoorzieningen bruikbaar?
- Worden alle voorzieningen gebruikt?
- Hoe lang wordt elke voorziening gebruikt?
- Hoe ver staan de voorzieningen meestal open of op welke schakelstand staan ze?
- Op welke momenten verandert de gebruiker dat?
- Zou de gebruiker het anders willen doen?
- Wat weerhoudt hem ervan om het anders te doen?

Bij het beoordelen van de antwoorden zijn de volgende vuistregels te hanteren.

- Er moet zowel toevoer als afvoer mogelijk zijn.
- Een afzuigkap met of zonder een eigen motor telt officieel niet mee als mechanische ventilatie, maar kan wel bijdragen aan de feitelijke luchtverversing.
- Ventilatie die aan- en uitgaat door het aan- en uitzetten van een lamp, telt officieel niet mee als mechanische ventilatie, maar kan wel bijdragen aan de feitelijke luchtverversing.
- De laagstand van de mechanische ventilatie levert in de meeste woningen niet genoeg luchtverversing.
- Er moet continu geventileerd worden, dus ook 's nachts in de woonkamer en overdag in de slaapkamers, om ophoping van verontreinigingen te voorkomen.
- Luchten geeft slechts een kortdurende verbetering; luchten is onnodig als er goed geventileerd wordt en er geen bron van tijdelijke verontreiniging is; langdurig luchten is energie verspillend.
- Om te luchten moeten grote ramen of een buitendeur in elke verblijfsruimte aanwezig zijn.
- Als er tijdelijk extra verontreiniging binnen vrijkomt, is het goed om extra te ventileren of kortdurend te luchten (zie onderstaande toelichting).
- Het openen van ramen is ook mogelijk bij balansventilatie; het verstoort de ventilatie nauwelijks, maar wel de warmteterugwinning.
- Gesloten binnendeuren beperken de luchtverversing als de kier aan de onderkant is afgesloten.

Toelichting

Veel mechanische ventilatiesystemen hebben een schakelaar met drie standen; sommige twee of een. Sommige fabrikanten noemen de laagste stand nulstand, terwijl er wel een basale ventilatie plaatsvindt. In de hoogstand draait de installatie in principe op zijn nominale belasting (100%), in de middelste stand op ongeveer 60% daarvan, en in de laagstand op 35%. In de praktijk zijn de debieten vaak kleiner bijvoorbeeld 80-40-15%.

In een kleine woning moet de ventilatie een capaciteit hebben van ten minste 150 m³/h (zie paragraaf 4.2.5). In de laagstand zal er dus ongeveer 50 m³/h geventileerd worden. Dit lijkt genoeg voor twee personen volgens het advies van de Gezondheidsraad van 25 m³/h per persoon (zie paragraaf 4.4.2). Dat is echter alleen het geval als de gehele luchtstroom zich bevindt in de ruimten waarin de personen

aanwezig zijn. Als de personen bijvoorbeeld in de slaapkamer zijn terwijl een aanzienlijk deel van de ventilatie in de woonkamer plaatsvindt, dan ontstaat er toch een tekort in de slaapkamer.

Volgens de marktpartijen hebben schakelstanden de volgende bestemming (zie Tabel 5.1):

- De laagstand is slechts geschikt als er niemand thuis is of wanneer alle aanwezigen slapen met een raam open.
- De middenstand is bedoeld voor gebruik tijdens aanwezigheid van een of meer personen.
- De hoogstand is bedoeld voor gebruik wanneer er extra veel mensen aanwezig zijn en ook tijdens en na activiteiten die de lucht bevochtigen of verontreinigen: douchen, was drogen, koken en bakken. Niet vaak genoemd maar passend in dit rijtje zijn: stofzuigen, stof afnemen, dweilen, roken, het gebruik van een afvoerloze geiser, het branden van kaarsen of wierook, het plaatsen van sterk geurende voorwerpen.
- Bovendien wordt geadviseerd te luchten nadat er veel mensen op bezoek zijn geweest of bij klussen met verf of lijm, enzovoort.

Tabel 5.1 Gebruiksdoel van mechanische ventilatie volgens fabrikanten

stand 1	Afwezigheid
stand 2	Aanwezigheid
stand 3	Koken, bakken, douchen

5.3 Opvragen officiële capaciteitsgegevens

Het opvragen van gegevens, bijvoorbeeld bij de verhuurder of de gemeente, levert soms een duidelijk antwoord, maar vaak niet. Dit kan verbeteren door de recente invoering van een ventilatieprestatiecertificaat (zie paragraaf 4.3.8). Als uit de gegevens blijkt dat de situatie niet in orde is, dan kan soms een huisbezoek achterwege blijven.

De aanvraag voor de bouwvergunning behoort sinds 1992 een *ventilatieberekening* van de woning te bevatten. De ventilatieberekening maakt gebruik van gegevens van de fabrikant over de nominale capaciteit van de in het bouwplan vermelde natuurlijke en mechanische ventilatie voorzieningen. Als de officiële gegevens daarvan niet zijn meegeleverd met de bouw aanvraag, dan zijn ze bij de fabrikant op te vragen. Omdat tijdens de bouw vaak wordt afgeweken van het ingediende bouwplan, kan het nuttig zijn dat Bouw- en Woningtoezicht (BWT) eerst verifieert welke producten zijn aangebracht in de woning.

De ventilatieberekening is soms in te zien bij de bewoner en in principe altijd bij BWT. Helaas ontbreekt de berekening in ongeveer 20% van de aanvragen en van de wel aanwezige ventilatieberekeningen is ongeveer de helft niet correct (Kuindersma en Ruiters, 2007). Het is dus zaak om BWT te vragen de berekening na te rekenen. Dat is niet eenvoudig, zoals beschreven in paragraaf 4.2.6.

5.4 Huisbezoek

Een huisbezoek maakt vaak veel duidelijk. Daarom kan een huisbezoek eventueel worden uitgevoerd voorafgaand aan het opvragen van officiële capaciteitsgegevens.

Naast de zintuiglijke waarneming zijn verscheidene andere methoden bruikbaar. Sommige methoden vergen weinig tijd en geen of eenvoudige apparatuur. Als dergelijke middelen al voldoende inzicht in de situatie geven is het inzetten van zware hulpmiddelen niet nodig. Zware middelen zijn hulpmiddelen die veel tijd, dure apparatuur of specialistische kennis vergen. Zware hulpmiddelen worden doorgaans niet meteen ingezet, maar eventueel bij een volgend huisbezoek als nader onderzoek nodig is.

5.4.1 Beoordeling van de bruikbaarheid van ventilatievoorzieningen

Voorzieningen voor natuurlijke of mechanische toevoer moeten aan een aantal voorwaarden voldoen om goed bruikbaar te zijn.

1. Geringe verontreiniging van de buitenlucht.
2. Geen onveiligheid.
3. Gemakkelijke en begrijpelijke bediening.
4. Geen obstakels.
5. Geen lawaai.
6. Geen tocht.
7. Gereinigd en gemakkelijk te reinigen.

Dit is uitgewerkt in paragraaf 5.4.2 tot en met 5.4.7.

5.4.2 Beoordeling van buitenlucht

De kwaliteit van de toegevoerde lucht hangt af van de afstand van het inlaatpunt ten opzichte van de uitlaatpunten van de luchtafvoer van de buren, rookgasafvoer (cv of houtkachel) en rioolontluchting van de buren en van de eigen woning. Deze afstand dient ten minste 6 meter te zijn om stank en verontreiniging te voorkomen. Bij nieuwbouw dient de afstand tevens te voldoen aan de voorschriften in het Bouwbesluit (zie paragraaf 4.2.5).

Bij voorkeur de luchtinlaat > 6 meter van de luchtuitlaat van buren, rookgasafvoer en rioolontluchting.

Beoordeling van de verontreiniging van de buitenlucht is verplicht voor vestiging van een gevoelige bestemming op minder dan 50 m van een provinciale weg of minder dan 300 m van een rijksweg (VROM, 2009). Dit geldt ook voor een uitbreiding met meer dan 10% van het aantal personen dat rechtens een verblijfplaats heeft in de betreffende zone. Gevoelige bestemmingen zijn officieel: kinderopvang, scholen, bejaarden-, verzorgings- en verpleeghuizen. De Gezondheidsraad oordeelt echter dat ook ziekenhuizen en woningen gevoelige bestemmingen zijn (Gezondheidsraad, 2008). De raad geeft tevens aan dat nadelige effecten op de gezondheid tot op een afstand van 1000 m beschreven zijn. Maar uit de gegevens kan geen precieze afstand worden afgeleid waarbuiten geen relevante effecten meer optreden (Gezondheidsraad, 2008).

De GGD-richtlijn Luchtkwaliteit (Zee en Walda, 2008) beperkt de beoordeling niet tot rijkswegen en provinciale wegen. Bij drukke gemeentelijke wegen kan de luchtverontreiniging ook sterk zijn. De richtlijn oordeelt dat het, zelfs als de officiële grenswaarden niet worden overschreden, ongewenst is om gevoelige bestemmingen nieuw te bouwen op minder dan 300 m van een snelweg, en dat het sterk af te raden is om dit doen op minder dan 100 m van een snelweg. Verder beveelt de richtlijn aan om niet te bouwen direct langs wegen met een verkeersintensiteit van meer dan 10.000 motorvoertuigen/etmaal.

De kwaliteit van de toegevoerde lucht hangt mede af van de situering van het inlaatpunt ten opzichte van het verkeer. Gemiddeld zal aan de kant van een drukke straat de concentratie verontreinigingen hoger zijn dan aan de andere kant. In de regel is er een afname van de concentratie met de hoogte. Bij bepaalde weersomstandigheden is de afname niet geleidelijk, maar is er een tamelijke korte overgang van de onderste luchtlaag naar een hogere luchtlaag. In een onderzoek in de Verenigde Staten was rond een gebouw de lucht op 60 m hoogte duidelijk schoner, terwijl er op lagere niveaus ook meer gezondheidsklachten waren (Mendell et al., 2008). In andere situaties zal de overgangszone lager liggen.

Tabel 5.2 Criteria voor beoordeling van de luchtinlaat in relatie tot de kwaliteit van de buitenlucht

Op >100 m van een weg met meer dan 10.000 motorvoertuigen/etmaal.
 Op >100 m van een rijksweg en bij voorkeur op > 300 m.
 Bij druk verkeer de inlaat zo hoog mogelijk en zo ver mogelijk van het verkeer verwijderd.
 Op > 6 m van een uitstroomopening van ventilatielucht, rookgasafvoer en rioolontluchting.

Filtering van toevoerlucht kan op hoogbelaste locaties in principe bijdrage aan verbetering van de luchtkwaliteit binnen. Daarvoor is ten minste een F7-filter nodig zonder polyestervezels (zie paragraaf 3.3). Een combinatie met een elektrostatisch filter of een F9-filter is gunstig (zie paragraaf 4.3.6). De filters moeten frequent worden gereinigd en vervangen (zie paragraaf 5.4.7).

5.4.3 Beoordeling van veiligheid, gemak en begrijpelijkheid

Veiligheid

In de ventilatiestand moeten via ramen geen regen, ongewenste gasten of dieren binnen kunnen komen. Tegen inregenen dienen ramen liefst met hun bovenkant naar binnen te openen (kiepramen) of met hun onderkant naar buiten (klepramen), of beide (tuimelramen).

Tegen indringers is het Politiekeurmerk Veilig Wonen ontwikkeld. Openingen moeten kleiner zijn dan 15 cm, eventueel door de aanwezigheid van spijlen.

Om muizen te weren mag volgens het Bouwbesluit de buitenschil van een woning geen openingen hebben die groter zijn dan een centimeter. Dit geldt niet voor afsluitbare ventilatieopeningen, rookgasafvoer en rioolontluchting. Een 15 cm hoge gladde strook kan voorkomen dat muizen omhoogklimmen naar een ventilatieopening

Tegen insecten werkt horrengaas met openingen kleiner dan een millimeter, bijvoorbeeld in ventilatieroosters.

In bepaalde situaties zijn deze criteria niet sluitend, bijvoorbeeld bij een raampje dat smaller is dan 15 cm maar dat zo geplaatst is dat er katten naar binnen kunnen. Een eigen subjectieve beoordeling kan nodig zijn.

Tabel 5.3Criteria voor veiligheid van ventilatievoorzieningen

Klepramen, kiepramen of tuimelramen:

- raamopeningen < 15 cm eventueel door middel van spijlen
- gladde strook van 15 cm onder laaggelegen ventilatieopeningen

Roosters met horrengaas

Gemak

De voorzieningen moeten gemakkelijk bruikbaar zijn voor voldoende ventilatie zonder tocht.

Als de badkamer en de keuken op verschillende verdiepingen liggen, is het wenselijk dat de mechanische ventilatie op beide plaatsen bediend kan worden. Meestal zit de primaire schakelaar bij de keuken. Dan is het wenselijk dat bij de badkamer een knop zit waarmee de bewoner tijdelijk het systeem op stand 3 kan zetten (*boost*-functie).

Er zijn geen harde criteria. Beoordeling door een niet-belanghebbende kan nuttig zijn.

Tabel 5.4Criteria voor bedieningsgemak van ventilatievoorzieningen

- binnen handbereik
- lichtlopend
- ramen in veel standen vast te zetten
- gekozen stand van roosters is zichtbaar
- bediening mechanische ventilatie zowel in de keuken als de badkamer

Voor calamiteiten buitenshuis is het wenselijk dat de mechanische ventilatie geheel uitgeschakeld kan worden. Dat kan het beste gebeuren door de ventilatorbox met een stekker aan te sluiten op het stroomnet.

Begrijpelijkheid

De bediening van het ventilatiesysteem moet aansluiten bij de verwachtingen en beleving van de bewoners. Het moet daarom eenvoudig en inzichtelijk zijn hoe het systeem functioneert.

5.4.4 Beoordeling van obstakels

De luchtstroom moet niet belemmerd worden door bouwwerken of voorwerpen dicht bij de toevoer- en afvoeropeningen in de gevels. Voor *natuurlijke toevoer* kan een hoog gebouw of gesloten groen op minder dan 10 m van de gevel een obstakel vormen door het belemmeren van de wind. In principe zijn daar grotere openingen nodig voor dezelfde ventilatie als in een open gebied.

Voor *mechanische toevoer* binnenshuis kan een voorwerp tot op enkele decimeters van het inblaasventiel of -rooster een belemmering vormen (zie ook paragraaf 5.4.8). Denk hierbij onder andere aan kasten, muren, gordijnen en planten. Dit geldt ook voor de afvoer aan de buitenkant.

De *aanzuigopening* buiten van een mechanische luchttoevoer en de openingen binnen van mechanische en natuurlijke afvoer worden pas gehinderd als obstakels zich op zeer korte afstand bevinden, meestal minder dan een decimeter. Ook de overstroomvoorzieningen onder deuren moeten niet geblokkeerd worden door een vloerafwerking.

Een zeer ruwe indicatie van de gewenste vrije afstand is gegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5.5 Criteria voor vrije ruimte

	<i>Toevoer</i>		<i>Afvoer</i>	
	<i>buitenzijde</i>	<i>Binnenzijde</i>	<i>binnenzijde</i>	<i>buitenzijde</i>
<i>systeem:</i>	afstand in meters	afstand in meters	afstand in meters	afstand in meters
natuurlijk	± 10	± 0,5	± 0,1	± 0,5
mechanisch	± 0,1	± 0,5	± 0,1	± 0,5
overstroom	-	± 0,1	± 0,1	-

Als de bewoner verantwoordelijk is voor de positie van een obstakel dat de luchtstroom belemmert, bijvoorbeeld een gordijn of plant, dan is verplaatsing van het obstakel de aangewezen oplossing.

Als de bewoner niet verantwoordelijk is voor het obstakel, dan is de capaciteit van de voorziening maar ten dele beschikbaar. Bijvoorbeeld een raam of rooster dat door een screen afgedekt wordt, is geen goede ventilatievoorziening. Ook een raam of rooster in een inspringende hoek van de gevel, heeft in werkelijkheid een lagere capaciteit dan op basis van de afmetingen te berekenen is. De beoordeling daarvan is kwalitatief.

5.4.5 Beoordeling van geluid

Bij de beoordeling zijn de volgende vragen te onderscheiden.

- Is er een hinderlijk geluid?
- Hoe hoog is het geluidsniveau?
- Bestaat er strijdigheid met voorschriften?
- Wat is de oorzaak van het hinderlijke of te luide geluid?

Inspectie

Voor het inschatten van de hinderlijkheid kan de GGD-medewerker in eerste instantie op zijn indrukken afgaan. In het algemeen mag het geluidsniveau niet hinderlijk zijn, ook niet met roosters of raampjes open en met de mechanische ventilatie in zijn hoogste stand.

Meting

Bij twijfel is een indicatieve geluidmeting nuttig. De indicatieve geluidmeting kan dienen om de indrukken ruwweg te vergelijken met de voorschriften. Er zijn GGD'en die zelf indicatieve geluidmetingen uitvoeren.

Voor het meten van geluid van buiten is het zaak om een moment te kiezen dat het niveau buiten hoog is. Voor het meten van geluid van het ventilatiesysteem zelf is het zaak om een moment te kiezen dat het niveau van stoorgeluid buiten en binnen laag is. Meet het geluid van het ventilatiesysteem in de stand

waarin de minimale benodigde luchtverversing gehaald wordt (zie paragraaf 5.5.2), of anders in de maximale stand.

De subjectieve indrukken en/of de indicatieve meting kunnen afdoende zijn om het probleem aan te pakken of ze kunnen een aanleiding zijn voor een nauwkeurige meting volgens een erkend protocol om vast te stellen of er strijdigheid bestaat met voorschriften. Als de indruk bestaat dat er strijdigheid bestaat, kan BWT de meting (laten) uitvoeren.

Lawaai kan afkomstig zijn van diverse bronnen en kan verschillende oorzaken hebben (zie paragraaf 3.5.2). Het opsporen van de oorzaak is soms eenvoudig. Als het ingewikkeld is, is dat geen taak voor de GGD of BWT maar voor de eigenaar.

Criteria voor geluid via de gevel

Voor de geluidwerendheid van de gevel gelden wettelijke voorschriften (zie paragraaf 4.2.5). Het beoordelen van de geluidwering van de gevel is een zaak voor een akoestisch deskundige.

Criteria voor geluid van mechanische ventilatie

Het Bouwbesluit bevat een eis van maximaal 30 dB(A) voor installatiegeluid van gemeenschappelijke installaties en van installaties van buurwoningen. Het voornemen bestaat om het Bouwbesluit in 2010 uit te breiden met een voorschriften van 30 dB(A) van het ventilatiesysteem in de woning zelf.

Criteria met het oog op de gezondheid

Voor de gezondheid maakt het weinig verschil of ongewenst geluid van buiten komt of van de eigen installatie. NEN 1070 geeft een aantal richtwaarden voor de sterkte van geluid van onder andere ventilatiesystemen (zie paragraaf 4.3.5). Daarop valt te baseren dat het technisch goed mogelijk is om lage geluidniveaus te realiseren.

Voor de gezondheid is het raadzaam voor geluidniveaus een onderscheid te maken tussen woonkamer en slaapkamers. Een mechanische ventilatie die in een slaapkamer 25 dB(A) produceert, is hinderlijk voor veel mensen met een goed gehoor. Het geluidniveau moet daar bij voorkeur lager zijn dan 20 dB(A) zijn. In een woonkamer kan de streefwaarde 5 dB(A) hoger zijn.

Kortdurend geluid ($L_{\max}$) mag hoger zijn, maar niet meer dan 35 dB(A) in slaapkamers en 40 dB(A) in woonkamers. Bij geluiden met meer dan 35 dB(A) bestaat een kans op verstoring van de slaap.

Tabel 5.6 Criteria voor geluid van en via ventilatievoorzieningen tijdens het ventileren

<i>in dB(A)</i>	<i>streefniveau voor geluid van eigen mechanische ventilatie binnen de woning</i>	<i>acceptabel niveau voor geluid van eigen mechanische ventilatie binnen de woning</i>	<i>acceptabel niveau voor geluid via de gevel inclusief voorzieningen voor natuurlijke ventilatie</i>
slaapkamers	< 20	< 25	< 35
woonkamer	< 25	< 30	< 40

5.4.6 Beoordeling van tocht

Inspectie

Een vuistregel is dat voorzieningen voor natuurlijke luchttoevoer niet goed bruikbaar zijn als de onderkant van de opening op minder dan 1,80 m boven de vloer zit. Dit sluit aan bij NPR 1088 (zie paragraaf 4.3.1). Een eerste indruk is te verkrijgen door het effect van de luchtstroom op de eigen huid te voelen bij de vereiste ventilatie (met rooster of raam in de goede stand en/of met mechanische ventilatie in de hoogste stand). De waarneming is sterk afhankelijk van het weer. De uitersten geven de duidelijkste informatie: geen tocht bij koud, winderig weer of wel tocht bij een gewone temperatuur met weinig wind. Ook is het informatief als de waarnemer geen tocht voelt op een moment dat de bewoner daarover klaagt.

Soms zijn er tochtklachten op zit- of slaappleaatsen onder de luchttoevoer. Als het zit- of slaapmeubilair te verplaatsen is naar een plek zonder voelbare luchtbeweging, dan is dit de aangewezen oplossing.

Tocht kan ook een gevolg zijn van een verkeerde verdeling van de luchtstromen. Als de noodzakelijke ventilatie via één opening binnenkomt, is de luchtsnelheid daar al gauw te groot. Dit kan optreden bij een onjuist gebruik van de roosters of raampjes.

Een speciaal probleem kan optreden in een appartement met een collectieve afzuiginstallatie voor verscheidene appartementen waar de bewoners de toevoer gesloten hebben. Als de bewoners van één van de appartementen de ventilatievoorzieningen goed gebruikt en dus een rooster of raampje opent, dan treedt daar tocht op. De luchtstroming van de andere appartementen verplaatst zich naar het ene appartement waarin de lucht kan toetreden.

Meting

Soms is het niet duidelijk of de klachten over tocht terecht zijn. Als er twijfel bestaat over de hinderlijkheid van de luchtbeweging, dan is een meting wenselijk. Luchtbeweging en gevoelstemperatuur zijn meetbaar met gevoelige apparatuur ('klimaatboom') die gangbaar is bij werkplekonderzoek. De meeste GGD'en beschikken daar niet over.

Een hoge luchtsnelheid is kwalitatief zichtbaar te maken met een rookproef (zie paragraaf 5.4.8).

Criteria

In woningen van na 1992 gaat het om het toetsen van een wettelijke eis voor de leefzone (zie paragraaf 4.2.6). De meting moet dan worden uitgevoerd volgens de methode die in NEN 1087 is beschreven voor nieuwbouw (NNI, 2001a). Aan Bouw- en Woningtoezicht kan gevraagd worden een dergelijke meting te (laten) doen.

Tabel 5.7 Criteria voor luchtsnelheid in de leefzone met de ventilatie in de stand met de vereiste capaciteit

< 0,1 m/s: goed
< 0,2 m/s: acceptabel
> 0,2 m/s: voldoet niet aan het Bouwbesluit

5.4.7 Beoordeling van reinheid, reiniging en reinigbaarheid

Inspectie

Roosters, ventielen, kanalen en de ventilatorbox in een *toevoersysteem* dienen visueel schoon te zijn. De *luchtafvoer* mag enige verontreiniging bevatten, als dit maar niet leidt tot een te geringe capaciteit of een te hoge geluidproductie.

Onderdelen van het ventilatiesysteem dienen gemakkelijk reinigbaar te zijn, ook de binnenkant. Ze moeten daartoe de volgende eigenschappen hebben:

- goede bereikbaarheid;
- gemakkelijk te openen;
- gladde oppervlakken.

Ventielen dienen gemakkelijk in de goede stand terug te plaatsen te zijn. Een rooster dat van binnen vervuild is en niet open kan, moet vervangen worden.

Meting

Het is lastig te meten of een oppervlak of filter voldoende schoon is. Een simpele test kan zijn: is er op een witte doek stof zichtbaar als daarmee over het oppervlak wordt geveegd? Dat kan al gauw. Zelfs door schoonmaakprofessionals wordt vaak niet het resultaat maar het schoonmaakproces beoordeeld: is de reiniging vaak genoeg en op de juiste wijze uitgevoerd?

Criteria

Alle ventilatievoorzieningen voor luchttoevoer moeten visueel schoon zijn. Dit geldt ook voor het inwendige van gevelroosters.

Bij een mechanisch ventilatiesysteem, zeker bij een balansventilatie, hoort eigenlijk een reinigingslogboek en een onderhoudsplanning, hoewel dat niet gebruikelijk is. Als er wel een logboek is dan kunnen de ISSO-richtlijnen, genoemd in paragraaf 4.3.7, als maatstaf dienen. Voor filters staan de criteria aan het eind van paragraaf 4.3.6. Vlak na de oplevering dient de frequentie van schoonmaken en vervangen soms hoger te zijn wegens bouwstof.

Als een installatie verontreinigd lijkt en er is geen logboek van reiniging en vervanging, dan zijn maatregelen in veel gevallen nodig. Als daarover meningsverschillen bestaan is het aan te bevelen dat er specialistisch onderzoek gedaan wordt door een installatie/reinigingsspecialist (zie www.OSB.nl).

Huurders moeten zelf zorgen voor het reinigen van de roosters en ventielen voor zover die gemakkelijk bereikbaar zijn en voor zover het de werking en inregeling niet verstoort. Ze zijn ook verantwoordelijk voor het reinigen en vervangen van filters voor zover dat eenvoudig is en de kosten gering zijn. Voor de overige werkzaamheden is de verhuurder verantwoordelijk (zie paragraaf 4.2.4). In een koopwoning is de eigenaar uiteraard zelf opdrachtgever of uitvoerder.

Tabel 5.8 Criteria voor reinheid en reinigbaarheid

Roosters en een mechanisch toevoersysteem dienen visueel schoon te zijn, ook van binnen. Roosters en mechanische ventilatiesystemen dienen gemakkelijk reinigbaar te zijn: bereikbaar, toegankelijk en glad. Er zitten voldoende toegangsluiken in de kanalen. De filters zijn eenvoudig bereikbaar en te vervangen.
--

Tabel 5.9 Criteria voor reiniging en vervanging

Uit het logboek blijkt dat het onderhoud ten minste voldoet aan de richtlijnen in specificatieblad V.4-2 (ISSO, 2008).
--

Richtlijnen voor onderhoud van natuurlijke toevoer en mechanische afvoer:

- Mechanisch ventilatiesysteem iedere vier jaar gecontroleerd en ingeregeld.
- Ventielen en toevoerroosters iedere vier jaar gereinigd.
- Kanalen iedere acht jaar gereinigd.
- Ventilator iedere twee jaar gereinigd en niet ouder dan zestien jaar.

Richtlijnen voor onderhoud van balansventilatie:

- WTW-unit en filters iedere maand gereinigd
- Filters minimaal tweemaal per jaar vervangen
- Bypassregeling en vorstregeling iedere twee jaar gecontroleerd.
- Warmtewisselaar, condensbak en evt. voorverwarming iedere twee jaar gereinigd.
- Warmtewisselaar niet ouder dan zestien jaar.

5.4.8 Beoordeling van de werking door middel van een rookproef

De werking van een afvoerrooster is kwalitatief te testen met een lichtgewicht papiertje: wordt het papier tegen het rooster gezogen of niet?

Bij andere voorzieningen en bij kieren of naden is een luchtstroom beter zichtbaar te maken met een rookproef. Dat kan van belang zijn bij twijfel aan de werking. De kwalitatieve beoordeling van de ventilatie door middel van een rookproef kan ook bijdragen aan de beslissing om wel of niet andere metingen te doen. Er zijn GGD'en die zelf rookproeven toepassen. Zij ervaren dit als een eenvoudig en informatief hulpmiddel dat brede toepassing verdient.

Met een rookproef is de werking kwalitatief te beoordelen (wel/niet, krachtig/zwak, richting). Voor grote roosters van kanalen voor natuurlijke afvoer in een wand of plafond van oudere woningen is dit de enige

gemakkelijk toepasbare beoordelingstechniek. Aan een klein rooster voor natuurlijk afvoer in een wand of plafond is een debietmeting te doen om de werking te bepalen².

Bij natuurlijke ventilatie en infiltratie/exfiltratie zijn de sterkte en de richting van de luchtstroom echter afhankelijk van het weer. De rookproef geeft niet meer dan een momentopname.

Een rookproef is nuttig bij het aantonen van luchtlekken in vloeren, enzovoort. Een rookproef kan tevens zichtbaar maken of er lekkage optreedt in de aansluiting van kanalen op de ventilatiebox. Dit is vooral van belang bij balansventilatie waar lekkage ertoe kan leiden dat afgevoerde lucht met verontreinigingen wordt aangezogen door onderdruk in het toevoer kanaal bij de ventilatorbox.

Ook de richting van luchtstromen is goed te zien met een rookproef. Dat is van belang om zichtbaar te maken of er *kortsluiting* optreedt: toegevoerde lucht verdwijnt rechtstreeks in een afvoeropening. Zonder kortsluiting is er doorgaans genoeg menging. Er zijn dan nauwelijks dode hoeken. Verder is te zien of er obstakels zijn binnen de *worp* van een mechanische luchttoevoer. De *worp* is de afstand waarover de ingeblazen lucht met een aanzienlijke snelheid in een bepaalde richting stroomt.

Apparaatjes voor rookproeven worden verkocht met verschillende rookstoffen in buisjes, een pen of een patroon. Sommige genereren zwavelzuur. Dit is corrosief op slijmvliezen en huid en kan gemakkelijk materialen verkleuren en aantasten. Rook op basis van glycolen (propyleenglycol, tri-ethyleenglycol) is veiliger.

Uitvoering rookproef

1. Zet de ventilatievoorzieningen in de te beoordelen stand.
2. Laat de rook vrijkomen vlak voor de plaats waar de lucht binnenkomt of weggaat (ventielen, roosters, raampjes, kieren, naden, afzuigkap, enzovoort).
3. Kijk naar de richting en de snelheid van de luchtstromen.
4. Let op:
 - obstakels;
 - kortsluitstromen van toevoer direct naar afvoer;
 - lekstromen via openingen in de vloer en bij de ventilatorbox.
5. Herhaal dit zonodig met de voorzieningen in een andere stand.

De te beoordelen stand is meestal de hoogste schakelstand (III). Soms is het ook informatief om te zien wat de laagste (afwezigheids-)stand (I) of de middelste (aanwezigheids-)stand (II) in beweging brengt (zie paragraaf 5.2.3).

5.4.9 Bepaling van de capaciteit van natuurlijke ventilatie

Capaciteit van een kanaal voor natuurlijke ventilatie

Veel woningen bevatten een kanaal voor natuurlijke afvoer. Het kan ook gaan om een openstaande rookafvoer van een open haard of een trekonderbreker van een gaskachel die verbrandingslucht aan de binnenruimte onttrekt. In vooroorlogse woningen zitten soms één of meer openingen vaak achter roosters, met een kanaal naar het dak of een doorvoer door de gevel. De capaciteit van kanalen voor natuurlijke afvoer is afhankelijk van de diameter, lengte en bochten van het kanaal en de plaats van uitmonding op het dak. Een vuistregel is dat een rond kanaal met een diameter van 12,5 cm een capaciteit heeft van ruwweg

² Van Rijsbergen van het Kennis- en Adviescentrum van de Woonbond beveelt hiervoor de volgende maatstaf aan tijdens normale weersomstandigheden (schriftelijke mededeling).
 $< 15 \text{ m}^3/\text{uur}$ is slecht; $15\text{-}25 \text{ m}^3/\text{uur}$ is redelijk; $> 25 \text{ m}^3/\text{uur}$ is goed.

14 L/s (= 50 m³/h), uitgaande van een luchtsnelheid van ruim 1 m/s in het kanaal. Volgens sommigen kan die snelheid wel 2 m/s zijn. Dit komt echter niet goed overeen met metingen in de betreffende woningen. Het kanaal werkt niet continue op zijn volle capaciteit, maar gemiddeld wel op de helft of een kwart, net als een mechanisch systeem. Een dergelijk kanaal is redelijk geschikt voor een toilet, maar minder voor een badkamer. Het natuurlijke afvoerkanaal is niet voldoende voor een keuken.

Capaciteit van roosters en ramen

Voor roosters is het mogelijk om de officiële capaciteit te achterhalen op basis van merk, type en lengte. Van de meeste roosters is de capaciteit in een laboratorium gemeten bij 1 pascal volgens de methode in NEN 1087 (NNI, 2001a). De uitkomst is een harde waarde voor de capaciteit.

Als de gegevens niet te achterhalen zijn, is het mogelijk de capaciteit te schatten. Daarbij is het van belang of de roosters over hun hele lengte en breedte open kunnen staan, of dat ze bestaan uit een serie parallelle spleetjes. Voor het berekenen van het open oppervlak tellen de dichte delen tussen de spleetjes niet mee. Dit kan wel de helft tot tweederde van de lengte of breedte zijn. Als gaas in de opening zit, vermindert dit de toevoercapaciteit met ongeveer een factor 2.

De capaciteit van een raam hangt af van de afmetingen ervan. In Bijlage 9 staat hoe de afmetingen zijn op te meten.

De capaciteit van een raam of rooster hangt tevens af van de snelheid van de luchtstroom in de opening. Die snelheid is afhankelijk van de wind en van het verschil in temperatuur tussen binnen en buiten. Obstakels kunnen de luchtsnelheid remmen.

Om een capaciteit te berekenen wordt uitgegaan van een gekozen weertype en de afwezigheid van obstakels. Om de luchtsnelheid niet te overschatten, wordt vaak uitgegaan van weinig wind en een gering temperatuurverschil. De luchtsnelheid in de opening is dan lager dan de werkelijke luchtsnelheid bij allerlei normale weersomstandigheden.

De NPR 1088 gaat uit van een windsnelheid die minder is dan 2 m/s en een temperatuurverschil tussen binnen en buiten van minder dan 10 °C (NNI 1999/2000). Volgens de NPR 1088 is de bijbehorende luchtsnelheid 0,83 m/s in de ventilatieopeningen. Dit betekent een luchtstroom van 1 L/s via een opening van 12 cm².

Deze rekenregel geldt alleen als er in de betreffende ruimte ook een afvoer is en als deze afvoer zich *niet* in dezelfde gevel bevindt. De afvoer kan in dezelfde ruimte via een andere gevel, via het dak of door mechanische afzuiging plaatsvinden. De afvoer mag ook indirect verlopen via een of twee overstroomvoorzieningen, zoals een kier onder de binnendeur, naar een andere ruimte met een mechanische afvoer of met een natuurlijke afvoer in een andere gevel of in het dak. Volgens de definitie van de bovengenoemde NEN-normen is in al deze situaties sprake van *dwarsventilatie*.

Luchtsnelheid in openingen

NEN 8087, paragraaf 4.3 geeft een rekenregel voor niet afsluitbare openingen van bijvoorbeeld garages en bergingen (NNI, 2001b). Daar rekent de norm op een luchtsnelheid van 2,5 m/s bij dwarsventilatie en 0,625 m/s zonder dwarsventilatie.

NEN 8087, paragraaf 4.4 geeft ook een rekenregel voor openingen voor spuiventilatie. Daar rekent de norm op een luchtsnelheid van 0,4 m/s bij dwarsventilatie en 0,1 m/s zonder dwarsventilatie.

Verwacht wordt dat de werkelijke luchtsnelheden in openingen gedurende 85% van de tijd groter zijn door andere weersomstandigheden. Bij andere weersomstandigheden kan de luchtsnelheid bijna een orde van grootte verschillen van de rekenregel.

Omdat het Bouwbesluit en de NEN-normen geen rekenregel voorschrijven voor de luchtsnelheid in gewone ventilatieopeningen, is het zaak een vuistregel te kiezen. De conservatieve optie van NEN 8087 is te gebruiken als er bijvoorbeeld obstakels zijn die de luchtstroom belemmeren, zoals gebouwen,

schuttingen of bomen; zie ook paragraaf 5.4.4. In een optimale situatie kan gerekend worden met een grotere luchtsnelheid.

Tabel 5.8 Te verwachten stroomsnelheid van lucht in opening bij standaard weer (in m/s)

	<i>optimaal</i>	<i>conservatief</i>
dwarsventilatie	2,5	0,4
geen dwarsventilatie	0,625	0,1

Voor een nauwkeurige schatting van de capaciteit mag in oude woningen de oppervlakte van zichtbare kieren worden meegeteld. De grootste onnauwkeurigheid zit echter in de te kiezen verwachte luchtstroomsnelheid.

Gezondheidkundige criteria voor het beoordelen van de capaciteit van ventilatievoorzieningen staan in paragraaf 5.5.2

5.4.10 Meting van de capaciteit van mechanische ventilatie

Voor het beoordelen van het debiet van mechanische ventilatie zijn metingen nodig, omdat het werkelijke debiet sterk kan verschillen van de nominale capaciteit (zie paragraaf 2.4.1). De metingen hoeven niet lang te duren omdat het debiet van mechanische ventilatie vrijwel onafhankelijk is van het weer.

In een woning met mechanische toe- en afvoer moet van beide het debiet gemeten worden. De laagste van beide debieten is maatgevend. Op goed bereikbare plaatsen is de capaciteit gemakkelijk te meten.

Luchtstroømmeting

De capaciteit is gelijk aan het debiet wanneer de mechanische ventilatie in zijn hoogste stand staat. Het debiet wordt meestal gemeten met een eenvoudig apparaatje dat de luchtsnelheid meet. Het wordt in een soort trechter of toeter (*hood*, spreek uit: HOED) gemonteerd die aansluit rond de ventilatieopening. Het debiet is dan de luchtsnelheid maal de diameter van de hood ter plaatse van de luchtsnelheidsmeter. De combinatie van de hood en de luchtsnelheidsmeter is samen gekalibreerd.

Omdat de luchtsnelheidsmeter de snelheid van de luchtstroom enigszins afremt, is het exact gemeten debiet wat lager dan het werkelijke debiet. Bovendien kan een mechanisch ingeblazen luchtstroom in een hood turbulentie en drukopbouw veroorzaken, die leiden tot verstoringen van metingen. Een goed meetapparaat corrigeert hiervoor. Voor nauwkeurige metingen is een zelfcompenserende debietmeter nodig. Momenteel is er van Flowfinder een dergelijk apparaat op de markt. Het is duurder dan een eenvoudige debietmeter.

Een compenserende debietmeter is een apparaat dat de feitelijke luchtstroom door een openingen meet en daarbij corrigeert voor de invloed van het meetapparaat zelf. Met een compenserende debietmeter is de luchtstroom exact te meten.

Met andere apparaten is het debiet alleen te benaderen. Dit heet een indicatieve meting.

Een compenserende debietmeter kan gebruikt worden om mechanische luchttoevoer precies te meten. Een indicatieve meting kan uitgevoerd worden met een vleugelrad-anemometer in combinatie met een meetconus (bijvoorbeeld Acin VentiFlow). Mechanische afzuiging is met een eenvoudiger meetinstrument goed te meten.

Aan Bouw- en Woningtoezicht kan gevraagd worden een dergelijke metingen te (laten) doen als de capaciteit van mechanische luchttoevoer bepaald moet worden. Er zijn GGD'en die zelf luchtstromen meten met een *hood*. Zij ervaren dit als een simpel en informatief hulpmiddel dat brede toepassing verdient.

CO₂-tracermeting

De capaciteit van mechanische ventilatie is moeilijk te meten bij een opening waaromheen niet een paar decimeter vrije ruimte zit, bijvoorbeeld bij een afzuigopening boven een keukenkastje vlak onder het plafond. Een dergelijke opening kan overigens wel goed afzuigen.

In die situatie is het mogelijk een indicatieve meting te doen met een gewone CO₂-logger en een CO₂-patroon of een CO₂-blusser die in alle maten te koop zijn. Een patroon dat 12 gram CO₂ bevat, kan de concentratie in een ruimte van 10 m³ ineens met ongeveer 1000 ppm verhogen. (N.B. tijdens het leegstromen koelt het patroon sterk af.)

Een CO₂-tracermeting is als volgt uit te voeren. Plaats een loggende CO₂-meter binnen en buiten. Zet de CO₂-meter binnen op een plek achter een raam waar hij van buiten is af te lezen.

Zet de mechanische ventilatie in de hoogstand. In een woning zonder mechanische luchttoevoer moeten de roosters of ramen in stand staan die voldoende lucht doorlaat om mechanische afvoer mogelijk te maken. Bereken die stand als volgt. Vermenigvuldig het vloeroppervlak van de ruimte met 700 cm³/s (= 0,7 L/s per m²; zie Tabel 4.1) om de vereiste capaciteit van de opening te berekenen. Deel de uitkomst door 250 cm/s (= 2,5 m/s; zie Tabel 5.8) om de benodigde opening te berekenen in cm². Maak de raamopening niet groter dan berekend, om te voorkomen dat wind de meting verstoort. Vermenigvuldig de uitkomst met 2 om de benodigde opening van roosters te berekenen.

Laat de CO₂ vrijkomen in de luchtstroom van een krachtige ventilator (> 45 W) om de CO₂ zeer goed met de lucht te mengen. Tegelijk moet de CO₂ gelijkmatig over de hele ruimte verdeeld worden. Daarvoor zijn twee of meer ventilatoren nodig in ruimten groter dan 35 m³, met een L-vorm of met veel obstakels. Ongeveer een kwartier na het verspreiden in een gesloten ruimte, is de CO₂ gelijkmatig genoeg verdeeld. De ventilator(en) moet(en) dan uit.

Na het verlaten en afsluiten van de ruimte kan de CO₂-meter registreren hoe snel de concentratie daalt. Wanneer er geen personen in de betreffende ruimte zijn, is de daalsnelheid van de curve alleen van het ventilatievoud afhankelijk. Bij een snelle daling is een meting van een uur genoeg.

Kies een zo recht mogelijk gedeelte van de dalende curve tussen 2 tijdstippen t₁ en t₂. Hoe groter het interval tussen t₁ en t₂ des te nauwkeuriger de bepaling wordt. Uit de op t₁ en t₂ gemeten CO₂-concentraties is het ventilatievoud als volgt te berekenen.

$$ACH = \ln (C_{t2} / C_{t1}) / -\Delta t$$

waarin:

ACH = Air Changes per Hour = het ventilatievoud (in h⁻¹)

ln = de natuurlijke logaritme

C_{t2} = de concentratie binnen op tijdstip t₂ min de concentratie in de buitenlucht (in ppm)

C_{t1} = de concentratie binnen op tijdstip t₁ min de concentratie in de buitenlucht (in ppm)

Δt = de tijdsduur tussen t₁ en t₂ (in h)

Zonder deze formule te gebruiken zijn de meetgegevens ook snel te schatten met behulp van Bijlage 11. Eerst dient men de CO₂-concentratie buiten af te trekken van de concentratie binnen op t₁ en t₂. Als de t₁ hoog is dan kan veilig worden aangenomen dat de concentratie buiten 400 ppm is. Vervolgens is het simpel de verhouding tussen t₂ en t₁ uit te rekenen. Deze verhouding is op te zoeken in de tabel in Bijlage 11. Uit de tabel is dan de ventilatievoud af te lezen.

De luchtverversing is te berekenen door het ventilatievoud te vermenigvuldigen met het luchtvolume van de betreffende ruimte.

Voorbeeld

Als het ventilatievoud 0,5/h is in een ruimte met een luchtvolume van 100 m³, dan is de luchtverversing 50 m³/h.

Als de mechanische ventilatie in de hoogstand stond tijdens de meting, dan is de luchtverversing ongeveer gelijk aan de capaciteit.

Gezondheidkundige criteria voor het beoordelen van de capaciteit van ventilatievoorzieningen staan in paragraaf 5.5.2.

5.4.11 Meting van de feitelijke luchtverversing

Om inzicht te krijgen in de feitelijke luchtverversing is het niet toereikend kortdurend CO₂ te meten of de capaciteit van de ventilatievoorzieningen te bepalen. De luchtverversing is immers ook afhankelijk van het activiteitenpatroon, het gebruik van de voorzieningen, de weersomstandigheden, de infiltratie, enzovoort. Dit kan veranderen met de tijd van de dag, met de dag van de week en met het seizoen.

Voor groepen woningen kan een CO₂-meting veelzeggend zijn door zijn correlatie met diverse binnenmilieuparameters (Van der Lucht, 1995). Vaak wordt een CO₂-logger ook gebruikt om een indruk te krijgen van de ventilatie in individuele woningen. Voordeel is dat een hoge CO₂-concentratie meestal iets zegt over een gebrekkige ventilatie op een relevant moment, namelijk tijdens de aanwezigheid van bewoners.

CO₂-meting

De CO₂-meting moet liefst twee weken duren. Het meetapparaat wordt als volgt opgesteld:

- in een ruimte waarin regelmatig mensen verblijven;
- op meer dan een meter afstand van waar de mensen zich meestal bevinden;
- op meer dan een meter afstand tot ventilatieopeningen, deuren, en verwarming;
- ongeveer op hoofdhoogte;
- niet pal tegen een wand of in een hoek.

In een stedelijke omgeving of vlakbij een drukke weg moet tegelijkertijd buiten worden gemeten om het verschil te bepalen. Het achtergrondgehalte kan daar 500-600 ppm zijn (Fast, 1999). Elders mag men aannemen dat het CO₂-gehalte van de buitenlucht ongeveer 400 ppm bedraagt. Bij een (open) keuken dient men rekening te houden dat koken op gas ook een bron van CO₂ is. Meer informatie over de meetmethode staat in de *Richtlijn beoordeling ventilatie scholen* (Habets et al., 2008).

Tijdens het meten wordt ongeveer elke 5 minuten een gemiddelde concentratie bepaald. Al deze gemiddelden worden als meetwaarde geregistreerd. Van een periode van twee weken zijn dus veel meetwaarden beschikbaar. De hoogste 2% van al deze meetwaarden tellen niet mee omdat ze kunnen berusten op artefacten. De hoogste waarde die dan overblijft is de 98-percentielwaarde (P98). Die waarde geeft aan hoe de relatie is tussen humane bronsterkte en ventilatie op tamelijk ongunstige momenten. Het is te verwachten dat in de loop der tijd af en toe hogere waarden optreden, maar dat doet geen afbreuk aan de gemeten P98 als indicator voor hoe hoog het CO₂-gehalte oploopt bijvoorbeeld in het geval van een structureel ventilatietekort.

Daarbij gaat het niet om het CO₂-gehalte zelf, of om de ventilatie op het moment van het te hoge gehalte, maar om een indicatie van een mogelijk structureel tekortschieten van de ventilatie door ongunstige ventilatievoorzieningen of ventilatiegedrag, of een combinatie daarvan. Daarom dient de meetperiode niet te kort te zijn.

Als de CO₂-concentratie een plateauwaarde bereikt, en het aantal personen en hun activiteitsniveau is bekend, dan kan daaruit de luchtverversing per persoon worden berekend.

$$\text{CO}_2 \text{ binnen} - \text{CO}_2 \text{ buiten} = S / Q$$

waarin:

CO_{2binnen} = plateau-waarde van CO₂-concentratie binnen

CO_{2buiten} = CO₂-concentratie buiten (default = 0,000400)

S = sterkte van CO₂-bronnen (slapende volwassene 0,02 m³/h; zittende volwassene 0,03 m³/h)

Q = ventilatiestroom (in m³/h)

Meestal zijn er geen duidelijke plateauwaardes. Uit snel afnemende concentraties bij het vertrekken van alle aanwezigen kan ook het ventilatievoud worden berekend zoals aangegeven in paragraaf 5.4.10. Nadeel van dergelijke berekeningen maar ook van de langdurige metingen is dat de bewoners dan eigenlijk functioneren als een onregelmatige bron van CO₂ als tracer. Theoretisch is het beter een echt tracergas met regelmatige bronnen in te zetten (zie tracergasmeting).

Tracergasmeting

In sommige situaties kan een langdurige tracergasmeting efficiënt zijn voor het meten van de feitelijke luchtverversing.

In Figuur 2.2 is een voorbeeld te zien van de wijze waarop de luchtstromen in woningen gemeten zijn met een perfluorotracergas (PFT). Hiervoor wordt bijvoorbeeld perfluorobenzeen, perfluorotolueen, perfluoromethyl-cyclopentaan, perfluoromethyl-cyclohexaan of perfluorodimethyl-cyclohexaan gebruikt. Ook zwavelhexafluoride (SF₆) is bruikbaar. De methode is geschikt om over een periode van één of enkele weken te meten met een aantal kleine stille tracergasbronnen en verscheidene buisjes met actiefkool als passieve samplers.

De materialen worden besteld bij een laboratorium, bijvoorbeeld Pentiaq in Zweden (www.pentiaq.se/index2.php). Op basis van een plattegrond van het te onderzoeken pand geeft het lab aan waar de bronnen en detectoren moeten hangen. Het principe is dat de sterkte van de bronnetjes wordt aangepast aan de omvang van de ruimte waarin ze hangen. De concentraties zijn overal gelijk als de ventilatie gelijkmatig verdeeld is. Na een tevoren vastgestelde meetperiode bepaalt het lab de concentratie in de samplers en berekent de luchtstromen uit de onderlinge verschillen. Daarbij kan gecorrigeerd worden voor temperatuurverschillen.

5.5 Beoordelingscriteria voor de effectiviteit van ventilatie en ventilatievoorzieningen

Er zijn veel verschillende criteria om de effectiviteit van ventilatie(voorzieningen) te beoordelen. Het hangt van de te beantwoorden vraag af, welke criteria worden gehanteerd. In deze richtlijn gaat het om antwoord dat de GGD kan geven op de vragen:

- wordt er feitelijk voldoende geventileerd?
- is er voldoende ventilatie mogelijk?

De criteria staan in de volgende paragrafen.

5.5.1 Criteria voor feitelijke ventilatie

Er zijn geen harde criteria om te beoordelen of bewoners voldoende ventileren omdat de wenselijke ventilatie ook afhangt van andere bronnen dan de aanwezige personen.

Aan het advies van de Gezondheidsraad (1984) is te ontleen dat, als er geen andere bronnen zijn, er voldoende geventileerd wordt als het CO₂-gehalte niet hoger is dan 1200 ppm. Maar er zijn in woningen wel andere bronnen van verontreinigingen. Daarbij zijn een aantal stoffen, zoals radon en sommige verbrandingsproducten van bronnen binnenshuis, waarvan geen veilige drempel te verwachten is. Gezien de informatie in paragraaf 3.5.5. en 3.6.1 is veel meer ventilatie wenselijk dan geadviseerd door de Gezondheidsraad om geurhinder door menselijke geurstoffen te beperken.

In de aanwezigheid van een tijdelijke bron, bijvoorbeeld koken op gas, stofzuigen, het branden van kaarsen of wierook, een sterk geurende verf, vloerbedekking of meubels, moet eigenlijk meer geventileerd worden. Ook de risico's van radon zijn te reduceren door meer te ventileren. Voor kankerverwekkende

stoffen zoals radon is het wenselijk de verdunning zo groot mogelijk te maken volgens het ALARA-principe: As Low As Reasonably Achievable.

Een andere argument voor een ruime capaciteit is het scheppen van een veiligheidsmarge omdat bewoners tot een gevoelige groep kunnen behoren. Bijvoorbeeld voor personen met aanvallen van astma kan 50 m³/h (= 14 L/s) ook wenselijk zijn.

Een marge is ook gunstig om de kans op gebouwgerelateerde klachten te verminderen (zie paragrafen 3.6.1 en 3.6.2). Een luchttoevoer tot 25 L/s (= 90 m³/h) is gunstig, zelfs als de toevoer mechanisch is. Zeker in een bestaande woning is een dergelijke luchtstroom moeilijk haalbaar vanwege tochtproblemen.

Aan het Handboek Binnenmilieu is te ontleen dat voor een hoge kwaliteit van de binnenlucht te kiezen valt voor een verdubbeling van hetgeen de Gezondheidsraad adviseert in afwezigheid van bronnen, dus 50 m³/h (= 14 L/s) per persoon (zie paragraaf 4.4.3).

Aan het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007) zijn waarden te ontleen die kunnen dienen als uitgangspunt (zie Tabel 4.6). Die richtwaarden zijn uit te breiden met 1200 ppm als onderste kwaliteitsgrens die overeenkomt met het advies van de Gezondheidsraad en met het uitgangspunt van het Bouwbesluit.

Dat levert een eenduidige indeling van de concentraties gekoppeld aan een kwalitatief oordeel in vijf klassen. De kwalificaties zijn minder hard omdat er geen scherpe grens is tussen goed en slecht. Ze zijn vermeld in de middelste kolom van Tabel 5.9.

Als er binnen bronnen van verontreinigingen zijn met een bekende sterkte of verontreinigingen met een bekende concentratie, en als ze een risico vormen voor de gezondheid, dan is het beter die bronnen te bestrijden dan meer te ventileren.

Als de bronsterkte en de concentratie van verontreinigingen onbekend is en als bronbestrijding niet mogelijk is, dan is extra ventilatie wenselijk. Ondanks onzekerheid over de risico's kan het noodzakelijk zijn een uitspraak te doen over de ventilatie. Daarom is in de rechter kolom van Tabel 5.9 een aanvullende classificatie vermeld. Deze is opgesteld door de omschrijvingen van de middelste kolom telkens één klasse te verschuiven en de extra onzekerheid aan te geven.

De kwalificaties in de rechter kolom zijn vermeld om een situatie te kunnen benoemen. Ze zijn niet hard geformuleerd en niet hard onderbouwd. De sterkte van allerlei bronnen kan immers van woning tot woning en van moment tot moment verschillen. Het is aan de professional hier verstandig mee om te gaan.

Tabel 5.9 Gezondheidskundige criteria voor feitelijke ventilatie op grond van CO₂gehalte, rekening houdend met bronnen binnenshuis

<i>CO₂-gehalte in ppm</i>	<i>geen andere bronnen dan aanwezige personen</i>	<i>andere bronnen aanwezig</i>
< 500	zeer goed	waarschijnlijk goed
500-750	goed	mogelijk goed
750 – 1000	minder goed	mogelijk voldoende
1000-1200	voldoende	Twijfelachtig
> 1200	onvoldoende	Onvoldoende

De CO₂-criteria in Tabel 5.9 gaan uit van een achtergrondgehalte van 400 ppm. Op locaties waar de buitenlucht meer CO₂ bevat, moeten de criteria navenant verhoogd worden. Dit kan het geval zijn in de stad, vooral tijdens het spitsuur (Fast, 1999). De gehalten in de buitenlucht zijn waarschijnlijk het hoogste op een winterdag met weinig wind.

Voor het beoordelen van de ventilatie gaat om het verschil tussen binnen en buiten. Dit wordt de *delta-CO₂* genoemd. Omdat de buitenlucht niet altijd 400 ppm CO₂ bevat, staan in Tabel 5.10 de delta-CO₂-criteria vermeld.

Uitgaande van rustige activiteiten van de aanwezigen kan tevens de feitelijke luchtstroom worden beoordeeld. Daarvoor zijn waarden ontleend aan het Handboek Binnenmilieu en het advies van de Gezondheidsraad (zie paragraaf 4.4.2). Ook deze waarden staan in Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Gezondheidskundige criteria voor feitelijke ventilatie op grond van delta-CO₂-gehalte en debiet, rekening houdend met bronnen binnenshuis

<i>delta-CO₂-gehalte (gehalte binnen – buiten) in ppm</i>	<i>ventilatieluchtstroom per persoon</i>		<i>geen andere bronnen dan aanwezige personen</i>	<i>andere bronnen aanwezig</i>
	<i>in L/s</i>	<i>in m³/h</i>		
< 100	19	70	zeer goed	waarschijnlijk goed
100-350	14	50	goed	mogelijk goed
350 – 600	10	36	minder goed	mogelijk voldoende
600-800	7	25	voldoende	twijfelachtig
> 800	< 7	< 25	onvoldoende	onvoldoende

Deze criteria hebben geen wettelijke status maar zijn bedoeld voor een professionele beoordeling. Daarbij houdt de professional rekening met eventuele relevante andere factoren.

5.5.2 Criteria voor mogelijke ventilatie

Toetsing aan het Bouwbesluit geeft een antwoord op de vraag of de voorzieningen voldoen aan de wettelijke voorschriften en of er dus voldoende ventilatie mogelijk is. Dit lijkt eenvoudiger dan het is. De mogelijke ventilatie in een woning als geheel kan worden ingetekend op veel verschillende manieren, die allemaal passen bij NEN 1087 of 8087 (zie paragraaf 4.2.6). Berekeningen op basis daarvan leveren uiteenlopende uitkomsten. De keuze tussen deze opties is arbitrair. Er zijn twee manieren om hiermee om te gaan.

- Er is een ventilatieberekening beschikbaar bij de bouwvergunning van de woning. Het is raadzaam door Bouw- en Woningtoezicht (BWT) te laten controleren of deze berekening correct is.
- Er wordt een aantal correcte ventilatieberekeningen gemaakt. Met het oog op de gezondheid wordt door BWT de meest kritische gekozen, namelijk degene met de kleinste luchtstroom als uitkomst.

De uitkomst van de berekening wordt getoetst aan de eisen in het Bouwbesluit.

Daarnaast toetst de GGD de mogelijke ventilatie aan de gezondheidkundige criteria op basis van het aantal personen. Dit in tegenstelling tot het Bouwbesluit waarin het vloeroppervlak maatgevend is.

Eerst worden de bruikbaarheid en de capaciteit van de voorzieningen per ruimte in kaart gebracht.

Vervolgens wordt de bruikbare capaciteit vergeleken met het te verwachten aantal aanwezigen. Op grond van de informatie in paragraaf 3.5.5 en 3.6.1 lijkt uit gezondheidkundig oogpunt een ventilatie wenselijk van 90 m³/h per persoon. Ter wille van de eenduidigheid is echter aangesloten bij de criteria in Tabel 5.10. Daaraan is toegevoegd een criterium voor de ventilatie in afwezigheid van personen. Om energie te sparen is dit ontleend aan de aanbeveling in NEN 15251 (NNI, 2007b) en niet aan een advies van Seppänen en Fisk (2004) in de literatuur (ventilatievoud > 0,5/uur). Bij een sterke continue bron, bijvoorbeeld een sterk geurende vloerbedekking, is het echter raadzaam de ventilatie tijdens afwezigheid te vergroten naar meer dan 0,5 per uur.

Tabel 5.11 Gezondheidskundige criteria voor mogelijke ventilatie van ruimten in woningen

bij afwezigheid van personen	ventilatievoud > 0,1/uur.
------------------------------	---------------------------

bij aanwezigheid van personen zonder sterke andere bronnen	> 25 m ³ /h per persoon.
bij aanwezigheid van personen tegelijk met sterke andere bronnen	36-70 m ³ /h per persoon.
bij aanwezigheid van extra gevoelige personen	50-70 m ³ /h per persoon.

De in Tabel 5.11 vermelde ventilatie moet mogelijk zijn zonder hinder van lawaai, tocht, enzovoort (zie paragraaf 5.4.5).

De gezondheidkundige criteria zijn strikter dan de voorschriften van het Bouwbesluit, vooral in kleine ruimten met relatief veel personen. In grote ruimten met weinig personen kan het Bouwbesluit strikter zijn. Deze criteria hebben geen wettelijke status maar zijn bedoeld voor een professionele beoordeling. Daarbij houdt de professional rekening met eventuele relevante andere factoren.

De criteria in Tabel 5.11 zijn in Tabel 5.12 voor natuurlijke ventilatie omgerekend in oppervlakten, uitgaande van de te verwachten luchtstroom genoemd in Tabel 5.8.

Tabel 5.12 Voor diverse debieten benodigde opening (in cm²) voor natuurlijke ventilatie

gewenst debiet	Optimaal		conservatief	
	dwarsventilatie	geen dwarsventilatie	dwarsventilatie	geen dwarsventilatie
25 m ³ /h	30	110	175	700
36 m ³ /h	40	160	250	1000
50 m ³ /h	60	220	350	1400
70 m ³ /h	75	310	490	1950

Uit Tabel 5.12 blijkt dat bijvoorbeeld voor een luchtstroom van 25 m³/h door natuurlijke ventilatie boven in flat met dwarsventilatie bij standaard weersomstandigheden een opening nodig is van 30 cm². De optimale luchtstroom is te verwachten in hoogbouw of een woning op een open vlakte. In andere situaties is het raadzaam te toetsen aan de conservatieve getallen, zeker voor woningen tussen andere gebouwen en/of groen. In oude woningen kan de oppervlakte van zichtbare kieren worden meegeteld als ventilatieopening.

Bij dwarsventilatie via overstroomb voorzieningen (bijvoorbeeld een kier onder de deur) moeten ook de overstroombopeningen ten minste de afmetingen hebben uit de kolommen voor dwarsventilatie in Tabel 5.12.

5.5.3 Criteria voor gebruikelijke ventilatie

Overschrijdingen van toetswaarden komen regelmatig voor (zie paragraaf 4.5). Dat is onwenselijk maar het kan een rol spelen bij het relativeren van een situatie met overschrijdingen, vooral als die situatie tijdelijk is.

Tabel 5.13 Gemeten gemiddelde overschrijdingsduur

CO ₂ -concentratie	overschrijdingsduur
> 800 ppm	35 uur/week
> 1000 ppm	21 uur/week
>1200 ppm	14 uur/week

5.5.4 Overzicht van onderzoeksmethoden

De criteria die beschreven zijn in paragraaf 5.5.1 (Tabel 5.9 en 5.10) en 5.5.2 (Tabel 5.11 en 5.12) behoren bij de onderzoeksmethoden die staan in 5.4.7 t/m 5.4.9. De samenhang is aangegeven in Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Overzicht van methoden voor het meten van ventilatie en ventilatiecapaciteit

<i>situatie</i>	<i>Onderzoeksmethode</i>	<i>omrekenen</i>	<i>criteria</i>
feitelijke luchtverversing			
beoordelen of ventilatie tekortschiet	monitoren CO ₂	afleiden P98	Tabel 5.9
beoordelen ventilatie in verschillende ruimten	Tracergas	berekenen gemiddelde luchtverversing	Tabel 5.10
capaciteit van mechanische ventilatie			
passende debietmeter	meten luchtstroom in hoogstand	-	Tabel 5.11
geen passende debietmeter	meten afname van CO ₂ tijdens hoogstand	berekenen maximale luchtverversing	Tabel 5.11
capaciteit van natuurlijke ventilatie			
optimaal	meten openingen	optimale capaciteit berekenen volgens Tabel 5.8	Tabel 5.11
		toetsen maat van opening	Tabel 5.12
met obstakel	meten openingen	conservatieve berekening van capaciteit volgens Tabel 5.8	Tabel 5.11
		toetsen maat van opening	Tabel 5.12

6 Beoordelingsproces

Deze richtlijn geeft aan hoe een GGD het beoordelingsproces van ventilatie en ventilatievoorzieningen in bestaande woningen kan uitvoeren met het oog op gezondheid. De richtlijn gaat over de beoordeling van de feitelijke situatie en niet over de beoordeling van een bouwplan of bouwvergunning. Ook gaat de richtlijn niet over proactief beleid.

6.1 Advisering door GGD

De wettelijke basis van de beoordeling door GGD'en ligt in de Wet Publieke Gezondheid (WPG) (VWS, 2008). De dienst heeft daarin een eigen verantwoordelijkheid. Als (inter)gemeentelijke organisatie werkt de GGD nauw samen met de gemeentelijke dienst Bouw- en Woningtoezicht (BWT) bij taken die betrekking hebben op gebouwen.

6.1.1 WPG

De WPG schrijft onder andere voor dat het college van burgemeester en wethouders (B&W) de taak heeft om de totstandkoming en de continuïteit van de publieke gezondheidszorg te bevorderen. Om deze taak uit te voeren moeten B&W in ieder geval zorg dragen voor onder meer het bewaken van gezondheidsaspecten in bestuurlijke beslissingen (artikel 2.2.c) en het bevorderen van de medisch milieukundige zorg (artikel 2.2.e).

Ter uitvoering van deze taken draagt B&W zorg voor de instelling en instandhouding van een gemeentelijke gezondheidsdienst (artikel 14). Voordat besluiten worden genomen die belangrijke gevolgen kunnen hebben voor de publieke gezondheidszorg vraagt B&W advies aan de gemeentelijke gezondheidsdienst (artikel 16).

De WPG is nader uitgewerkt in het Besluit Publieke Gezondheid 2008 (BPG). Het BPG stelt in artikel 3 dat de werkzaamheden die in de WPG genoemd zijn, in ieder geval de volgende aspecten omvatten:

- het signaleren van ongewenste situaties,
- het adviseren van de bevolking over risico's, inclusief gezondheidskundig advies over gevaarlijke stoffen, in het bijzonder bij rampen of dreiging van rampen,
- het beantwoorden van vragen uit de bevolking en het geven van voorlichting,
- het verrichten van onderzoek.

Er is niet wettelijk vastgelegd wat de kwaliteit of kwantiteit moet zijn van situaties, risico's, vragen en onderzoek, waarop de werkzaamheden gericht moeten zijn.

6.1.2 GGD-taken en samenwerking

De GGD heeft als (inter)gemeentelijke dienst een mandaat van de gemeenten om meer of minder zaken in eigen beheer af te handelen. De GGD kan de eigen medewerker meer of minder zelfstandigheid geven in het professioneel handelen. Daarin kunnen een aantal procedures worden vastgelegd bijvoorbeeld de volgende.

- De GGD-medewerker moet bepaalde problemen aan de leidinggevende melden. De leidinggevende bepaalt of de GGD-directie en/of de wethouder ingelicht worden.
- De GGD-medewerker moet bepaalde problemen rechtstreeks aan de wethouder melden.
- De GGD-medewerker moet bepaalde medewerkers van andere diensten rechtstreeks informeren, voorafgaand aan, tegelijkertijd met of na instemming van de leidinggevende.

De in te lichten dienst zal meestal de afdeling Bouw- en Woningtoezicht (BWT) zijn als het gaat om ventilatie(voorzieningen). Omdat deze afdeling een eigen mandaat heeft van B&W, zal de GGD-medewerker zelden zelf rechtstreeks B&W hoeven te informeren.

Het is van belang dat de GGD haar werkwijze tevoren afstemt met BWT van de betreffende gemeente. Het is bijvoorbeeld mogelijk af te spreken dat BWT zorgt voor technische informatie, technisch onderzoek en toetsing aan wet- en regelgeving.

Hoe minder afspraken er gemaakt zijn, des te meer kan een GGD worden aangesproken op haar eventuele opdracht om als een vangnet te dienen.

Taakstelling van GGD'en; raakvlak milieu en gezondheid

De medisch milieukundige taak van GGD'en betreft de relatie tussen de gezondheid van de bevolking en factoren in de leefomgeving: buiten- en binnenmilieu maar niet in een werksituatie. Daarmee komt de GGD op andere terreinen dan gezondheidszorg in strikte zin. Dit geldt onder andere voor het beoordelen van de kwaliteit van die leefomgeving en bij het adviseren over mogelijke maatregelen.

GGD'en en hun professionals dienen zich bewust te zijn waar de grenzen liggen van hun deskundigheid. Deze grens zal per GGD, per professional en per onderwerp verschillen. Sommige GGD'en en professionals hebben zich immers meer kennis verworven van bepaalde onderwerpen dan andere. Door samenwerking met andere organisaties kan een GGD zijn inzetbaarheid verruimen. GGD'en kunnen ook de benodigde kennis op bovenregionaal niveau bundelen.

Het is aan elke GGD om te beslissen waar de eigen grens ligt en dat kenbaar te maken aan de bestuurlijk verantwoordelijken. Gemeenten zijn eindverantwoordelijk voor de publieke gezondheidszorg. Zij kunnen aangeven welke expertise reeds in de gemeente aanwezig is, welke expertise zij van hun GGD verwachten en welke expertise zij elders verwerven.

6.1.3 Routing van informatie

Er kunnen zich verschillende situaties voordoen bij een advies aan een bewoner en een eventuele verhuurder.

- De GGD voert de beoordeling uit op verzoek van de bewoner.
- De GGD voert de beoordeling uit op verzoek van de verhuurder.
- De GGD voert de beoordeling uit op verzoek van BWT of B&W.
- De GGD voert de beoordeling uit op eigen initiatief.

In het algemeen geldt dat het antwoord primair gericht is aan degene die de vraag stelt. Omdat de GGD een gemeentelijke dienst is bestaat een verplichting B&W (en als afgeleide daarvan mogelijk ook BWT) op te hoogte te stellen van relevante informatie, zelfs ongevraagd. Gemeentebestuur en gemeentelijke diensten hebben echter geen recht op privacy-gevoelige informatie, bijvoorbeeld medische gegevens. Dit laatste geldt uiteraard ook voor de verhuurder en andere derden.

Als de bewoner aan de GGD een beoordeling vraagt, kan de GGD-medewerker met hem afspreken wie de eventuele verhuurder informeert. In het algemeen is het gunstig de beoordeling uit te voeren in het bijzijn van de verhuurder.

Als een verhuurder aan de GGD om een beoordeling vraagt, is het aan te bevelen om tevoren af te spreken dat de GGD de verhuurder en de bewoner tegelijk zal informeren over de uitkomst van de beoordeling. Als BWT of B&W aan de GGD een beoordeling vraagt, dan geldt in principe hetzelfde.

Het is niet alleen van belang wie de vraagsteller is, maar ook wie het probleem moet aanpakken.

Als de bewoner een onjuist gebruik maakt van ventilatievoorzieningen die in orde lijken, dan geeft de GGD-medewerker een (mondeling en schriftelijk) gebruiksadvies aan de bewoner.

Als een GGD-medewerker constateert dat ventilatievoorzieningen van een huurwoning niet goed bruikbaar of ontoereikend lijken, dan kan de GGD daarover (mondeling en schriftelijk) adviseren aan de eigenaar. Als de eigenaar verhuurder is, dan kan de GGD tevens de huurder informeren.

Als een GGD-medewerker constateert dat er een ongewenste situatie bestaat omdat de ventilatievoorzieningen mogelijk niet voldoen of dat gezondheidsklachten mogelijk het gevolg zijn van gebrekkige ventilatievoorzieningen, dan kan de GGD dat signaleren bij BWT en/of B&W. Daarbij kan de GGD het advies geven om stappen te zetten, zoals een nadere beoordeling van de ventilatievoorzieningen, inclusief technisch onderzoek, toetsing aan wet- en regelgeving en zo nodig handhaving. Afhankelijk van het gezondheidsrisico zal de GGD de gemeente kunnen aanspreken op haar taken en eventuele spoedeisendheid van maatregelen.

Als BWT het probleem laat voortbestaan, kan de GGD-directie besluiten zich actiever op te stellen, bijvoorbeeld richting B&W.

Het is wenselijk dat de GGD zich vergewist van de voortgang en de effectiviteit van het oplossen van ernstige problemen.

6.2 Advisering over ventilatie en ventilatievoorzieningen in relatie tot gezondheidsrisico's

6.2.1 Aanleiding

Het kan van belang zijn te beoordelen of de ventilatie en de ventilatievoorzieningen in woningen adequaat zijn. De inzet van de GGD is daarbij vaak gericht op één van de volgende vragen.

- Bewoners, een gemeente of derden willen weten of bepaalde ventilatie(voorzieningen) ongunstig zullen zijn voor de gezondheid.
- Bewoners melden bepaalde gezondheidsklachten en willen weten of deze zijn toe te schrijven aan ventilatie(voorzieningen).
- De GGD wil weten hoe de ventilatie(voorzieningen) zijn in een bepaalde groep woningen.

Deze invalshoeken zijn hieronder uitgewerkt in paragraaf 6.3 en 6.4. Die uitwerking is een verbijzondering van de algemene aanpak en het stappenplan die beschreven zijn in hoofdstuk 1 van het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007).

6.2.2 Prioriteit

In het kader van de openbare gezondheidszorg kunnen vaak niet alle vragen uitgebreid beantwoord worden. Dit geldt ook voor vragen over ventilatie en ventilatievoorzieningen in woningen. GGD'en kunnen in het toekennen van prioriteit onder andere de volgende aspecten betrekken.

Omvang van het risico

Een risico kan groot zijn doordat de gevolgen ernstig kunnen zijn of doordat de mogelijke gevolgen een groot aantal personen treffen. Het ligt voor de hand dat de GGD prioriteit geeft aan potentieel ernstige problemen en aan problemen die grote groepen bedreigen.

Invloed op het risico

De GGD kan ervoor kiezen meer prioriteit te geven aan risico's die voor de risicodragers onbeheersbaar zijn dan aan risico's die meer beheersbaar zijn.

De bouwkundige staat van woningen leidt tot veel ventilatieproblemen. Bewoners die eigenaar van hun woning zijn, hebben een invloed op de bouwkundige staat. Zij hebben in principe zeggenschap over hun eigen ventilatievoorzieningen en hebben daarin een eigen verantwoordelijkheid. Huurders hebben weinig

invloed op de bouwkundige staat. Zij zijn daarin geheel afhankelijk van de verhuurder. Omdat eventuele risico's door gebrekkige ventilatievoorzieningen voor huurders onvrijwillig zijn, kan de GGD daaraan meer prioriteit geven.

6.2.3 Maatstaven

Bij de beoordeling van ventilatie en ventilatie voorzieningen kunnen GGD'en het toetsingskader, de onderzoeksmethoden en de criteria hanteren die in hoofdstuk 4 en 5 beschreven zijn.

Er zijn wettelijke eisen (zie paragraaf 4.2) en gezondheidkundige criteria (zie paragraaf 5.5). Als de ventilatievoorzieningen voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit, betekent dit niet dat voldoende ventilatie mogelijk is en dat voldaan wordt aan gezondheidkundige criteria. De wettelijke eisen houden geen rekening met verschillende factoren, zoals:

- de werkelijke bruikbaarheid van voorzieningen;
- het aantal bewoners per m²;
- extra gevoelige personen;
- andere bronnen dan personen.

Daarom is een aanvullende gezondheidkundige beoordeling van ventilatievoorzieningen een noodzaak. De discrepantie tussen wettelijke eisen en gezondheidkundige criteria is het sterkst in kleine woningen.

Het is gebruikelijk om een veiligheidsmarge te hanteren om gezondheidsrisico's te voorkomen. Daarom kiezen GGD'en in adviezen niet de minimale uitleg van beoordelingscriteria.

Het feit dat een woning recent is opgeleverd of 'goedgekeurd', is op zich geen reden om aan te nemen dat het ventilatiesysteem aan de wettelijke eisen voldoet. Bij oplevering bestaan in de meeste woningen al tekortkomingen, ook in woningen met bijvoorbeeld een GIW-keuring. Indien een woning vroeger wel heeft voldaan aan de wettelijke eisen, betekent dat niet dat dit nog steeds het geval is. Door gebrekkig onderhoud en reiniging, en zelfs door slijtage bij goed onderhoud, kunnen de prestaties van een systeem sterk afnemen.

6.2.4 Bewijzend of indicatief

Als een ventilatieprobleem tegelijk aanwezig is met een bijpassende gezondheidsklacht, is dit op zich niet genoeg om met zekerheid de klacht toe te schrijven aan het ventilatieprobleem. Ook onderzoek volgens deze richtlijn is niet bewijzend voor een *oorzaak* van gezondheidsklachten maar slechts indicatief.

Een bewijs voor een oorzakelijke relatie tussen ventilatieprobleem en gezondheidsprobleem is echter niet noodzakelijk voor het treffen van maatregelen. Als uit het onderzoek volgens hoofdstuk 5 blijkt dat het ventilatiesysteem of het gebruik ervan inadequaats is, dan is dat een reden om vervolgstappen te adviseren. Immers, ook zonder klachten kan een inadequaats ventilatiesysteem of een inadequaats gebruik een risico vormen voor de gezondheid. Het motief voor maatregelen is dan echter minder sterk.

Een vervolgstap kan zijn om het systeem te verbeteren of een advies om het gebruik te verbeteren, of een combinatie daarvan. Dit geldt met name voor veel voorkomende problemen en niet zeer ingrijpende maatregelen. Als een ingrijpende maatregel nodig lijkt, kan het raadzaam zijn om eerst nader onderzoek te adviseren.

Een ventilatiesysteem kan inadequaats zijn terwijl het wel voldoet aan de wettelijke eisen. In die situatie is lastig hard te maken dat gezondheidsklachten aan het systeem zijn toe te schrijven. Een indicatie om toch maatregelen te adviseren bestaat in situaties met ten minste één van de volgende kenmerken.

- De ventilatie of de ventilatievoorzieningen voldoen niet aan gezondheidkundige criteria.
- De gezondheidsklachten komen overeen met gezondheidsproblemen die beschreven zijn in samenhang met ventilatieproblemen (zie hoofdstuk 3).
- De gezondheidsklachten nemen af tijdens verblijf buitenshuis of door het openen van extra ramen.

- Er zijn specifieke bronnen van binnenluchtverontreiniging, zoals infiltratie van vluchtige stoffen vanuit de kruipruimte, al dan niet afkomstig van een bodemverontreiniging.

6.3 Advisering op basis van aangeboden onderzoek

De GGD kan ongevraagd onderzoek aanbieden aan bewoners. Het kan bijvoorbeeld gaan om een inventarisatie van klachten, om inspecties en metingen, of om een combinatie daarvan.

Tevoren moet vastgelegd worden wat onderzocht wordt en welke informatie dat oplevert. Ook is het wenselijk tevoren de eventuele vervolgactiviteiten te bespreken met degenen die daarvoor verantwoordelijk zijn. Voor huurwoningen is dit veelal de verhuurder. Indien de verhuurder niet instemt en de huurder wel, kan de GGD een onderzoek desgewenst toch uitvoeren.

Bewoners willen in het algemeen graag ingelicht worden over de bevindingen betreffende hun woning, evenals over de samenvatting van de uitkomsten van het onderzoek als geheel.

Rapport en advies zullen primair aan de gemeente gericht zijn, tenzij er een andere opdrachtgever is. Over andere doelgroepen van de informatie is het raadzaam tevoren afspraken te maken. Dit kan invloed hebben op de vraagstelling, onderzoeksopzet, presentatie van de uitkomsten en dergelijke.

6.4 Advisering bij een vraag over een ventilatieprobleem en eventueel daaraan gerelateerde gezondheidsklachten

In het beoordelingsproces zijn zes stappen te onderscheiden.

Stap 1. Beoordeling van telefonische melding

Bij een telefonische vraag over een ventilatieprobleem gaat de GGD-medewerker eerst na wat de eventuele gezondheidsproblemen zijn (zie paragraaf 5.2.1) en vervolgens om welk type ventilatiesysteem het gaat (zie paragraaf 5.2.2) en hoe de ventilatievoorziening wordt gebruikt (zie paragraaf 5.2.3).

Vervolgens wordt met de vraagsteller besproken wat de precieze vraagstelling is. Daarna maakt de GGD-medewerker een afweging van de prioriteit, onder andere op basis van wat in paragraaf 6.2.2 is vermeld. Dat kan bijvoorbeeld leiden tot een van de volgende keuzes.

- Een vraag van een huurder kan verwezen worden naar de verhuurder als hij daar het probleem nog niet heeft voorgelegd of als het om een simpel technische probleem gaat.
- Een vraag over één of enkele koopwoningen zonder daaraan gerelateerde gezondheidsklachten kan worden afgerond met telefonische informatie en/of verwijzing naar de verkoper/bouwer/installateur, naar de GIW of BWT of naar een onderzoeksbureau.
- Alle andere gevallen, bijvoorbeeld bij een vraag over een koopwoning met mogelijk daaraan gerelateerde klachten, over een groot aantal koopwoningen waar geen zicht is op een spoedige oplossing of bij een vraag van een huurder over een patstelling met zijn verhuurder, kunnen aanleiding vormen tot het opvragen van gegevens en/of tot een huisbezoek.
- Ook gezondheidsklachten die mogelijk verband houden met de woningventilatie vormen aanleiding tot het opvragen van gegevens en/of tot een huisbezoek

Stap 2. Opvragen gegevens

Deze stap kan van plaats wisselen met stap 3: het huisbezoek. Wanneer besloten wordt om officiële gegevens op te vragen ter beoordeling van de ventilatievoorzieningen, dan gaat het onder andere om het volgende:

- de woningmaten;
- het uitgevoerde onderhoud;
- de aangetoonde ventilatiecapaciteit van de installatie;
- de ventilatieberekening in de bouwvergunning van na 1992, enzovoort.

Over een ventilatieberekening en over meetgegevens vraagt de GGD een uitspraak van BWT zoals beschreven in paragraaf 5.3.

Als er recente meetgegevens overlegd worden waaruit blijkt dat de capaciteit aan de wettelijke eisen voldoet, dan kan de GGD afzien van vervolgstappen. De vraagsteller krijgt een brief waarin een en ander uiteen wordt gezet. Daarbij kunnen adviezen worden gegeven over een optimaal gebruik van de voorzieningen. Het is echter zaak daarmee terughoudend te zijn omdat de voorzieningen niet getoetst zijn aan de GGD-criteria.

Indien de ventilatievoorzieningen niet voldoen aan de (rechtens verkregen) eisen dan wordt vervolgens in overleg met BWT de noodzaak besproken voor een (gezamenlijk) huisbezoek. Indien de bewoner daarmee instemt wordt daarbij de verhuurder uitgenodigd.

Stap 3. Huisbezoek

Bij het huisbezoek onderzoekt de GGD-medewerker de ventilatievoorzieningen en hun bruikbaarheid. Daarbij gaat het ten minste om de volgende aandachtspunten.

- Voor het beoordelen van de bruikbaarheid wordt gelet op aspecten genoemd in de paragrafen 5.4.1 tot en met 5.4.7. inclusief buitenlucht, veiligheid en gemak, geluid, tocht, reinheid en reinigbaarheid.
- Voor het beoordelen van de werking van voorzieningen, het opsporen van lekstromen, enzovoort kan een rookproef gedaan worden conform paragraaf 5.4.8.
- Als er twijfel bestaat aan de overstroom tussen twee ruimten of aan de infiltratie langs ramen, deuren, plinten of leidingen door de vloer, dan kan daar ook een rookproef worden gedaan.
- Bij balansventilatie kan een rookproef worden gedaan om eventuele kortsluiting tussen toevoer en afvoer op te sporen.
- Als er twijfel bestaat aan de capaciteit van ramen en roosters dan wordt een berekening gemaakt van de capaciteit volgens de methode die beschreven is in paragraaf 5.4.9 en Bijlage 9.
- Bij roosters en mechanische luchttoevoer wordt ook beoordeeld of ze visueel schoon zijn.
- Bij mechanische ventilatie kan de capaciteit worden gemeten volgens een van de methoden in paragraaf 5.4.10. Een GGD die niet beschikt over het instrumentarium, kan de eigenaar van de woning vragen de meting te (laten) doen. Als het gaat om het toetsen aan de wettelijke voorschriften kan aan BWT gevraagd worden de meting te (laten) doen.
- Als de vraag is wat de feitelijke ventilatie is, dan kan een langdurige CO₂-meting worden gedaan volgens een van de methoden in paragraaf 5.4.11. Een dergelijke meting kan ook worden gedaan als er twijfel bestaat over het gebruik van de ventilatievoorzieningen. Het is dan van belang tevens de bewoners te laten registreren hoe zij de voorzieningen gebruiken.

Stap 4. Toetsing en interpretatie

De uitkomsten van het onderzoek worden getoetst aan de criteria genoemd in paragraaf 5.4 en 5.5.

Als er een discrepantie bestaat tussen de mogelijke ventilatie en de feitelijke ventilatie, overweeg dan of dit een gevolg kan zijn van het gebruik van de ventilatievoorzieningen. Let daarbij ook op de bruikbaarheid van de voorzieningen (zie ook paragraaf 6.5.2. tot en met 6.5.5).

Voorzieningen vormen in principe een risico voor de gezondheid als ze niet voldoen aan de criteria voor bruikbaarheid. Dit geldt temeer als ook de feitelijke en/of mogelijke ventilatie niet voldoet aan de gezondheidkundige criteria. Immers, de gezondheidkundige criteria zijn opgesteld om een onderscheid te

maken tussen situaties met veel en weinig gezondheidsrisico. Hoe groot het gezondheidsrisico is, hangt af van de sterkte van aanwezige bronnen en de gevoeligheid van de bewoners. Inschatting daarvan is een taak van de professional.

De volgende vraag is: passen eventuele gezondheidsklachten bij een gevonden risico? Zijn de uitkomsten van het woningonderzoek in relatie te brengen met de gezondheidsklachten? Hiervoor zijn gegevens in hoofdstuk 3 en Tabel 4.9 te gebruiken.

Stap 5. Advisering en/of signalering

De bevindingen, interpretatie en adviezen worden beschreven in een brief. Een voorbeeld staat in Bijlage 8.

Voor de routing van de brief zie paragraaf 6.1.3. Het is aan te bevelen de bewoners tevoren mondeling te informeren, evenals eventueel de verhuurder en de afdeling BWT.

In dringende gevallen wordt zo spoedig mogelijk een oplossing gezocht.

Stap 6. Nazorg

Tot slot kan de GGD na afloop nagaan of het probleem is opgelost. De GGD kan daarvoor bijvoorbeeld contact opnemen met de bewoners, de verhuurder en/of de afdeling BWT. Ook kan de GGD controlemetingen (laten) uitvoeren.

VOORBEELD

Een bewoner vraagt of zijn gezondheidsklachten veroorzaakt worden door het systeem voor balansventilatie in zijn woning en of de GGD wil aangeven wat er gedaan moet worden. Stel dat het gaat om klachten zoals prikkeling van ogen, neus, keel of luchtwegen, benauwdheid, slecht slapen, vermoeidheid, moeite met concentreren en/of hoofdpijn. De klachten nemen af bij verblijf buitenshuis. Deze klachten zijn te beschouwen als mogelijk passend bij slecht functionerende mechanische luchttoevoer. De meeste andere gezondheidsproblemen, bijvoorbeeld kanker, passen niet bij balansventilatie. Bij mogelijk passende klachten zijn twee mogelijkheden.

1. Als het systeem niet voldoet aan alle beoordelingscriteria, dan bestaat de mogelijkheid dat de klachten veroorzaakt worden door het ventilatiesysteem. Het is aan te raden eerst het systeem te verbeteren. Een voorbeeldbrief is opgenomen in Bijlage 8.

2. Als het systeem voldoet aan alle beoordelingcriteria, dan valt niet uit te sluiten dat de klachten toch door de balansventilatie worden veroorzaakt, maar dit valt niet hard te maken. Het advies is om te proberen of het helpt de ramen (of buitendeuren) op een kier te zetten: bij mooi weer een handbreed en bij slecht weer op een klein kiertje. Een proefperiode duurt ten minste een week, overdag wordt de woonkamer extra geventileerd en 's nachts de slaapkamer.

Als de gezondheidsklachten verdwijnen door de rechtstreekse toevoer van buitenlucht, dan kan de mechanische luchttoevoer de oorzaak zijn. Te denken valt aan verontreiniging van filters of kanalen, of aan het type filtermateriaal in combinatie met ozon.

Als de klachten niet verdwijnen, hebben ze waarschijnlijk een andere oorzaak dan de ventilatie.

6.5 Advisering over specifieke problemen met betrekking tot ventilatievoorzieningen

Behalve op ventilatie en capaciteit van ventilatievoorzieningen, kan advisering ook gericht zijn op andere aspecten van woningventilatie. Het kan onder andere gaan om geluid, tocht, vuile filters of andere aspecten van bruikbaarheid (zie paragraaf 5.4.1 tot en met 5.4.7). Randvoorwaarden die aandacht vragen zijn een belastende omgeving en energiezuinigheid.

6.5.1 Geringe capaciteit van ventilatievoorzieningen

Als blijkt dat de feitelijke capaciteit aanzienlijk geringer is dan de volgens het Bouwbesluit vereiste capaciteit, dan dient de eigenaar van de woning dat te herstellen totdat het systeem de vereiste capaciteit heeft (zie paragraaf 4.2.5). Als de eigenaar zelf bewoner is, kan BWT een lage prioriteit geven aan de handhaving van de voorschriften. Als de eigenaar verzoekt om steun bij een procedure tegen een verkoper, bouwer of installateur, dan kan BWT steun verlenen; maar het is ook op te vatten als een privaatrechtelijk geschil waar de gemeente buiten staat.

Als de eigenaar de woning verhuurt en de huurder wil een ventilatiesysteem dat aan de wettelijke eisen voldoet, dan zal de verhuurder maatregelen moeten treffen. Als hij in gebreke blijft, zal BWT handhavend moeten optreden als de huurder daarom vraagt.

6.5.2 Hoog geluidniveau door de ventilatievoorzieningen

Niet goed aangelegde en onderhouden ventilatievoorzieningen verspreiden vaak veel geluid. Een GGD kan gemakkelijk zelf een indicatieve meting doen van het geluidniveau. Bij het meten van geluid van mechanische ventilatie moet de ventilatieschakelaar in de stand staan die overeenkomt met de voorgeschreven ventilatiecapaciteit. Dit is meestal de hoogste stand.

Als de GGD geen meetapparaat gebruikt, kan een GGD-medewerker afgaan op zijn/haar eigen gehoor en op de klachten van de bewoners: als het geluidniveau hinderlijk lijkt, is dit een reden om een meting te adviseren.

Een vuistregel kan misschien helpen: zachte fluisterspraak moet verstaanbaar zijn.

Er gelden (nog) geen wettelijke eisen voor het geluid afkomstig van het ventilatiesysteem in de woning zelf, maar het niveau kan getoetst worden aan de criteria in paragraaf 5.4.5. Bij overschrijding van dit niveau zijn maatregelen gewenst ter bescherming van de gezondheid. Een hoog geluidniveau kan allerlei oorzaken hebben zoals vermeld in paragraaf 3.5.2.

Het is in veel gevallen voor een GGD lastig te onderscheiden wat de oorzaak is van een hinderlijk geluid en lastig te beoordelen welke maatregelen in aanmerking komen. Het advies is dan om een specialistisch onderzoek te laten doen.

6.5.3 Tocht door de ventilatievoorzieningen

Bij de noodzakelijke intensiteit van ventilatie treedt vaak tocht op. Tocht is moeilijk meetbaar. Een GGD-medewerker kan afgaan op het gevoel op een moment dat de bewoner tocht ervaart. Als er een serieus tochtprobleem bestaat is dit voor iedereen voelbaar.

Als er alleen op een plaats waar niemand zich hoeft te bevinden tocht is, hoeft er geen hinder te bestaan. Tocht op een plaats waar zit- of slaapmeubilair moet staan is een reden voor maatregelen. Het kan zijn dat de verhuurder of verkoper/bouwer/installateur eerst een meting wil laten doen. Daarbij kunnen dan de in paragraaf 5.4.6 genoemde criteria gehanteerd worden.

6.5.4 Vervuilde roosters, filters, ventilatorbox of kanalen

Vervuilde roosters kunnen de luchtstroom afremmen of blokkeren. Door een vervuild rooster is de resterende luchtstroom enigszins verontreinigd. De mate van vervuiling van een rooster is visueel te beoordelen door te kijken naar de hoeveelheid licht die door het rooster wordt tegengehouden.

Ook vervuilde filters kunnen de luchtstroom afremmen of blokkeren. Dit komt naar voren door het meten van de capaciteit. Als de capaciteit onvoldoende is en een filter zichtbaar vervuild, dan ligt het voor de hand te adviseren om het filter te reinigen of te vervangen (zie paragraaf 4.3.6).

Toevoerfilters kunnen de kwaliteit van de binnenlucht beïnvloeden. Toevoerfilters zijn aanwezig in de box voor balansventilatie. In de meeste gevallen zijn de filters eenvoudig uit de box te halen. Bij oudere modellen moet de omkasting geopend worden.

Een toevoerfilter en het binnenwerk van de balansventilatiebox moeten visueel schoon zijn, ten minste om hygiënische redenen. Het reinigen van filters is een verantwoordelijkheid van de bewoner, ook in een

huurwoning. Het reinigen van de box en de kanalen is een verantwoordelijkheid van de eigenaar c.q. verhuurder.

De reinheid van kanalen is visueel enigszins te beoordelen door het openen van ventielen.

6.5.5 Hoge omgevingsbelasting door geluid of luchtverontreiniging

Als de woning gelegen is op een locatie met een hoge geluidbelasting op de gevel of een ongunstige buitenluchtkwaliteit, kan dit een belemmering zijn voor de ventilatie.

Bij de beoordeling van geluid via voorzieningen voor natuurlijke ventilatie, moeten die voorzieningen ontstaan in de stand die overeenkomt met de voorgeschreven capaciteit. De beoordeling moet plaatsvinden tijdens een lawaaiige periode.

Als de GGD geen meetapparaat gebruikt, kan een GGD-medewerker afgaan op zijn/haar eigen gehoor en op de klachten van de bewoners: als het geluidniveau hinderlijk lijkt, is dit een reden om een meting te adviseren.

Als de buitenluchtverontreiniging voorspelbare pieken heeft, bijvoorbeeld tijdens het spitsuur, is het aan te bevelen tijdens die pieken niet te ventileren aan de kant waar de verontreiniging vandaan komt.

In een lawaaiige omgeving hebben voorzieningen voor natuurlijke ventilatie een geluidemping (suskast) nodig. Een suskast vergt extra aandacht voor de reinigbaarheid en de frequentie van het reinigen.

Op veel locaties met een hoge geluidbelasting zal gekozen worden voor een systeem van balansventilatie ter wille van de luchtverversing en de geluidwering. Daarbij is het van belang te kiezen voor een goed filtersysteem (zie paragraaf 5.4.2). Bovendien is het goed als de opening waar de buitenlucht binnenkomt zo ver mogelijk van de bron van verontreiniging zit. In principe is een inlaatopening hoog op de achterzijde van het woongebouw gunstig. Er dient een flinke afstand te zijn tussen de inlaat en de openingen voor luchtafvoer, rookgasafvoer en rioolontluchting van zowel de eigen woning als die van de burens (zie paragraaf 5.4.2).

6.5.6 Ventilatie en energie

Bescherming tegen nadelige effecten van het buitenklimaat is een primair doel van een woning. Het binnenklimaat moet dus in orde zijn. De afscherming moet niet volledig zijn omdat ventilatie nodig is om te voorkomen dat de concentraties luchtverontreiniging binnen te hoog oplopen. Ventilatie kost energie.

De energie-inhoud van lucht is echter gering. Als in een bestaande woning goede ventilatie gepaard gaat met te veel warmteverlies, dan is het beperken van de ventilatie niet de beste oplossing. Het valt te overwegen andere energiebesparende maatregelen te nemen, bijvoorbeeld isolatie van de woningschil of het luchtdicht maken van de gevel van de hal (zie 2.1), of de woning te voorzien van milieuvriendelijke energieopwekking. Een geringe belasting van het milieu is voor een woning echter geen primair doel maar slechts een randvoorwaarde.

Informatiebronnen

Literatuur

- Alphen Th van, Staatsen B, Van Balen E, Vros C. (2008) Bouwstenen voor gezondheid & milieubeleid. RIVM-briefrapport 630789001, bijlage bij briefnummer 200/2007. RIVM. Bilthoven.
- Antova T, Pattenden S, Brunekreef B, Heinrich J, Rudnai P, Forastiere F, Luttmann-Gibson H, Grize L, Katsnelson B, Moshhammer H, Nikiforov B, Slachtova H, Slotova K, Zlotkowska R, Fletcher T. (2008) Exposure to indoor mould and children's respiratory health in the PATY study. *J Epidemiol Community Health*. 62(8):708-14.
- Apte MG, Buchanan IS, Mendell MJ. (2008) Outdoor ozone and building-related symptoms in the BASE study. *Indoor Air* 18(2):156-70.
- Bader S, Blaauboer RO. (2009) Mechanische ventilatie in nieuwbouwwoningen: gebruik, geluidniveau en beleving. Bilthoven, RIVM-rapport 610790007.
- Bekö G, Halás O, Clausen G, Weschler CJ. (2006) Initial studies of oxidation processes on filter surfaces and their impact on perceived air quality. *Indoor Air* 16(1):56-64
- Bekö G, Clausen G, Weschler CJ. (2008) Sensory pollution from bag filters, carbon filters and combinations. *Indoor Air* 18(1):27-36.
- Besluit publieke gezondheid; besluit van 27 oktober 2008, houdende nieuwe eisen inzake de publieke gezondheid. Staatsblad 2008 nr. 461.
- Blaauboer RO, Dekkers SAJ, Slaper H, Bader S. (2008) Stralingsbelasting in nieuwbouwwoningen - voorlopige resultaten; VERA-survey 2006. Bilthoven, RIVM-briefrapport 610790004.
- Brightman HS, Milton DK, Wypij D, Burge HA, Spengler JD. (2008) Evaluating building-related symptoms using the US EPA BASE study results. *Indoor Air* 18(4):335-45.
- Buchanan IS, Mendell MJ, Mirer AG, Apte MG. (2008) Air filter materials, outdoor ozone and building-related symptoms in the BASE study. *Indoor Air* 18(2):144-55.
- Burge PS. (2004) Sick building syndrome. *Occup Environ Med*. 61(2):185-90.
- Clausen G. (2004) Ventilation filters and indoor air quality: a review of research from the International Centre for Indoor Environment and Energy. *Indoor Air Suppl* 7:202-7.
- De Gids W. (1997) Mondelinge mededeling in voordracht te Utrecht d.d. 4-2-1997. Delft, TNO-Bouw.
- Dongen JEF van, Wal JF van der. (1990) Perceived indoor air quality, comfort and health in renovated dwellings with a balanced mechanical ventilation system. Ottawa, Proceedings of Indoor Air '90, the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto,.

Dongen JEF van, Vos H (2007) Gezondheidsaspecten van woningen in Nederland. TNO-rapport 2007-D-R0188/A, TNO Bouw en ondergrond, Delft.

Duijm F. (2006) Balansventilatie en gezondheid; waarom klagen bewoners? Rotterdam, ISSO ThemaTech nr 8.

Duijm F, Hady M, Van Ginkel J, Ten Bolscher GH. (2007) Gezondheid en ventilatie in woningen in Vathorst; onderzoek naar de relatie tussen gezondheidsklachten, binnenmilieukwaliteit en woningkenmerken. GGD Eemland, Amersfoort.

Engvall K, Wickman P, Norbäck D. (2005) Sick building syndrome and perceived indoor environment in relation to energy saving by reduced ventilation flow during heating season: a 1 year intervention study in dwellings. *Indoor Air* 15(2):120-6.

Fast T, Pijnenburg H (1999) CO₂ in woningen; vooronderzoek naar variatie van het CO₂-gehalte en gebruik van CO₂ voor schatting van het ventilatievoud. Fastadvies, Utrecht.

Fisk WJ, Faulkner D, Palonen J, Seppanen O. (2002) Performance and costs of particle air filtration technologies. *Indoor Air* 12(4):223-34.

Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. (2008) Quantification of the association of ventilation rates with sick building syndrome symptoms. Copenhagen, Proceedings of Indoor Air 2008 (730).

Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. (2007) Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air* 17(4):284-96.

Fisk WJ, Mirer AG, Mendell MJ (2009). Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates. *Indoor Air* 19(2):159-65.

Garssen J, Harmsen C, De Beer J. (2005) The effect of the summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. *Eurosurveillance* 10(7):557.

Gezondheidsraad (1984) Advies inzake het binnenhuisklimaat, in het bijzonder een ventilatieminimum, in Nederlandse woningen. Gezondheidsraad, Den Haag.

Gezondheidsraad (2008) Gevoelige bestemmingen luchtkwaliteit; briefadvies aan de minister van VROM. Gezondheidsraad, Den Haag.

Ginkel J van, Hasselaar E. (2002) De ontwikkeling van de afzuighoeveelheden bij mechanische woningventilatie: oorzaak en gevolg. Delft, TUD OTB.

GIW/ISSO (2008) Ontwerp- en montageadviezen nieuwbouw, eengezinswoningen en appartementen 2008. ISSO, Rotterdam.

Habets T (red) (2004). Bescherming van de bevolking door binnenshuis schuilen bij incidenten met chemicaliën. Ministerie van BZK, Den Haag.

Habets T, Ass M van, Duijm F, Geelen L, Haans L, Brederode N E.van (geactualiseerd 2008). GGD-richtlijn Beoordeling van ventilatie scholen. RIVM, GGD Nederland, Bilthoven.

Hänninen OO, Palonen J, Tuomisto JT, Yli-Tuomi TH, Seppänen O, Jantunen MJ. (2005) Reduction potential of urban PM2.5 mortality risk using modern ventilation systems in buildings. *Indoor Air* 15(4):246-56.

Hasselaar E (2002). Hoe gezond is de Nederlandse woning? Delft University Press, Delft.

Hasselblad V, Eddy DM, Kotchmar DJ. (1992) Synthesis of environmental evidence: nitrogen dioxide epidemiology studies. *J Air Waste Manage Assoc* 42(5):662-71.

Hitchins J, Morawska L, Gilbert D, Jamriska M. (2002) Dispersion of particles from vehicle emissions around high- and low-rise buildings. *Indoor Air* 12(1):64-71.

ISSO (2008) Beheer en onderhoud van ventilatiesystemen in woningen en woongebouwen. ISSO-publicatie 63, Rotterdam.

Jaakkola JJ, Miettinen P. (1995) Type of ventilation system in office buildings and sick building syndrome. *Am J Epidemiol* 141(8):755-65.

Janssen E, Wessels R. (1995) CO-vergiftiging; koolmonoxyde in een 'nieuwe' woning. *Modus* 4:34-6.

Jochems D, Bergmans M, Peters H, Riet N van, Brederode NE van (2005) GGD-richtlijn Voorlichting gezond wonen. Nr. 33633, GGD Nederland, Utrecht.

KBI (2009) Beoordelingsrichtlijn BRL8010-C: Beoordelen ventilatievoorzieningen van woningen. KBI, Rotterdam.

Kerkhof M, de Monchy JG, Rijken B, Schouten JP. (1999) The effect of gas cooking on bronchial hyperresponsiveness and the role of immunoglobulin E. *Eur Respir J* 14(4):839-44.

Kerkhoff RLH, Boels EL, Knapen L van, Poelman B, Zwart Voorspuij WA, Brederode NE van. (2008) GGD-richtlijn medische milieukunde: koolmonoxide in woon- en verblijfsruimten. Bilthoven, RIVM-rapport 609330006.

Kuindersma P, Ruiter CJW. (2007) Woonkwaliteit binnenmilieu in nieuwbouwwoningen; eindresultaten van 78 projecten / 154 woningen. Adviesbureau Nieman B.V., Utrecht.

Laumbach RJ, Kipen HM. (2005) Bioaerosols and sick building syndrome: particles, inflammation, and allergy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 5(2):135-9.

Lu CY, Ma YC, Lin JM, Li CY, Lin RS, Sung FC. (2007) Oxidative stress associated with indoor air pollution and sick building syndrome-related symptoms among office workers in Taiwan. *Inhal Toxicol*. 19(1):57-65.

Lucht F van der, Meijer G, Duijm F, Broer J, Nijdam R. (1995). Binnenmilieu-luchtwegonderzoek. GGD GSO, Groningen.

Meijer G, Duijm F. (2002) Zuinig warm en schoon; metingen in 28 woningen. GGD Groningen, Groningen.

Mendell MJ, Lei-Gomez Q, Mirer AG, Seppänen O, Brunner G. (2008) Risk factors in heating, ventilating, and air-conditioning systems for occupant symptoms in US office buildings: the US EPA BASE study. *Indoor Air* 18(4):301-16.

Morawska L, Agranovski V, Ristovski Z, Jamriska M. (2002) Effect of face velocity and the nature of aerosol on the collection of submicrometer particles by electrostatic precipitator. *Indoor Air* 12(2):129-37.

Möriz M, Peters H, Nipko B, Rüdén H. Capability of air filters to retain airborne bacteria and molds in heating, ventilating and air-conditioning (HVAC) systems. *Int J Hyg Environ Health* 203(5-6):401-9.

Mysen M, Magnussen K, Nilsen SK, Schild PG. (2006) Emissions from different types of used ventilation bag filters and their impact on perceived air quality. Lisboa, Proceedings of Healthy Buildings IV-471-4.

NNI (1999a) Nederlandse norm NEN 1070:1999 nl; geluidwering in gebouwen - specificatie en beoordeling van de kwaliteit. NEN, Delft.

NNI (1999b) Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-CR 1752 (en); ventilatie van gebouwen – ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden. NEN, Delft

NNI (1999/2000) Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 1088:1999/C1:2000 nl; ventilatie van woningen en woongebouwen - aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen. NEN, Delft.

NNI (2001a) Nederlandse norm NEN1087(nl), ventilatie van gebouwen – bepalingmethoden voor nieuwbouw. NEN, Delft.

NNI (2001b) Nederlandse norm NEN 8087 (nl), ventilatie van gebouwen – bepalingmethoden voor bestaande gebouwen. NEN, Delft.

NNI (2006a) Nederlandse norm NEN 5077:2006 nl; geluidwering in gebouwen - Bepalingmethoden voor de grootheden voor geluidwering van uitwendige scheidingsconstructies, luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidniveaus veroorzaakt door installaties en nagalmtijd. NEN, Delft.

NNI (2006b) Europese norm NEN-EN:2006; Ventilatie van gebouwen - Luchtkanalen - Eisen voor onderdelen van luchtkanalen die onderhoud aan het luchtkanaal mogelijk maken. NEN, Delft.

NNI (2007a) Nederlandse norm NEN-EN 13779:2007 en; ventilatie voor utiliteitsgebouwen; prestatie-eisen voor ventilatie- en luchtbehandelingssystemen. NEN, Delft.

NNI (2007b) Nederlandse norm NEN-EN 15251:2007 en; binnenmilieu gerelateerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek. NEN, Delft.

Peeters E (redactie) (2007). Handboek Binnenmilieu. GGD Nederland, Utrecht
Voor de meest actuele digitale versie zie:
www.rivm.nl/milieuportaal/onderwerpen/binnenmilieu/handboek-binnenmilieu.jsp

Pernot CEE, Koren LGH, Dongen JEF van, Bronswijk JEMH van (2003) Relatie EPC-niveau en gezondheidsrisico's als onderdeel van het kwaliteitsniveau van gebouwen. Delft, TNO rapport 2003-GGI-R057.

Roijsen EJA, Op 't Veld PJM. (2000) Vervuiling van woningventilatiesystemen. Maastricht, Cauberg-Huygen, rapport 2000.2043-1

- Runeson R, Wahlstedt K, Wieslander G, Norbäck D. Personal and psychosocial factors and symptoms compatible with sick building syndrome in the Swedish workforce. *Indoor Air* 16(6):445-53.
- Schwela D. (2000) Air pollution and health in urban areas. *Rev Environ Health* 15(1-2):13-42.
- Sdu (2007) Model-bouwverordening; bijgewerkt tot en met de 12^e serie wijzigingen. Sdu, Den Haag.
- Seppänen O, Fisk WJ. (2002) Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers. *Indoor Air* 12(2):98-112.
- Seppänen O, Fisk WJ. (2004) Summary of human responses to ventilation. *Indoor Air* 14 Suppl 7:102-18.
- Slob R, Habets T. (2002) Luchtkwaliteit Woningbouw; Cahier T1 Praktijkboek Gezonde Gebouwen. Rotterdam, SBR/ISSO.
- Slot BJM, Op 't Veld PJM. (2005). Onderzoek handhaving bouwregelgeving: gezondheid in nieuwbouwwoningen. Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs B.V. Zwolle.
- Steenbekkers JHM, Miedema HME, Vos H. (2002) Gezondheid en tevredenheid in energiedichte woningen. Leiden, TNO Preventie en Gezondheid,.
- Valk H. (2007) Bouwbesluit – ventilatie; praktijkgids. NEN, Delft.
- Verkade AJW, Merckx A, Duijm F, Meijer A, Ten Bolscher GH. (2009) Balansventilatie; onderzoek naar de effectiviteit van de genomen verbetermaatregelen en naar de tevredenheid van de bewoners van de wijk Vathorst. Amersfoort, GGD Eemland.
- VROM (2003) Besluit kleine herstellingen. Ministerie van VROM, Den Haag.
- VROM (2005) Praktijkboek Bouwbesluit 2003. Ministerie van VROM, Den Haag
- VROM (2006a) Bouwbesluit 2003. Ministerie van VROM, Den Haag zie: www.overheid.nl
- VROM (2006b) Toelichting Bouwbesluit 2003. Ministerie van VROM, Den Haag
- VROM (2006c). Regeling Bouwbesluit 2003. Ministerie van VROM, Den Haag
- VROM (2007a) Woningwet. Ministerie van VROM, Den Haag
- VROM (2007b) Handreiking Handhaven Bouwregelgeving. Ministerie van VROM, Den Haag
- VROM (2008a) Brief aan de Tweede Kamer, 'Gezondheidskundige kwaliteit van woningen'. Kenmerk DB2007111358, Ministerie van VROM, Den Haag
- VROM (2008b) Brief aan de Tweede Kamer 'Nationale aanpak milieu en gezondheid 2008-2012. Kenmerk SAS/wjk2008030789, Ministerie van VROM, Den Haag.
- VROM (2009) Besluit gevoelige bestemmingen (luchtkwaliteitseisen). Den Haag, Staatsblad 2009 nr. 14.
- VWS (2008) Wet Publieke Gezondheid. Ministerie van VWS, Den Haag.

Wargocki P, Sundell J, Bischof W, Brundrett G, Fanger PO, Gyntelberg F, Hanssen SO, Harrison P, Pickering A, Seppänen O, Wouters P. (2002) Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN). *Indoor Air* 12(2):113-28.

Wargocki P, Wyon DP, Fanger PO. (2004) The performance and subjective responses of call-center operators with new and used supply air filters at two outdoor air supply rates. *Indoor Air* 14 Suppl 8:7-16.

Weschler CJ. (2000) Ozone in indoor environments: concentration and chemistry. *Indoor Air* 10(4):269-88.

Weschler CJ. (2001) Reactions among indoor pollutants. *Scientific World J* 1:443-57.

Weschler CJ. (2004) Chemical reactions among indoor pollutants: what we've learned in the new millennium. *Indoor Air* 14 Suppl 7:184-94.

Weschler CJ. (2006) Ozone's impact on public health: contributions from indoor exposures to ozone and products of ozone-initiated chemistry. *Environ Health Perspect.* 114(10):1489-96.

Weterings M, Bogaard J van den, Duijm F, Elsen G van der, Lops S, Brederode NE van. (2005) GGD richtlijn gezonde woningbouw. GGD Nederland, Utrecht.

Willers SM, Brunekreef B, Oldenwening M, Smit HA, Kerkhof M, De Vries H, Gerritsen J, De Jongste JC. (2006) Gas cooking, kitchen ventilation, and asthma, allergic symptoms and sensitization in young children--the PIAMA study. *Allergy* 61(5):563-8.

Wolkoff P, Wilkins CK, Clausen PA, Nielsen GD. (2006) Organic compounds in office environments - sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry. *Indoor Air* 16(1):7-19.

Zee SC van der, Walda IC. (2008) GGD-richtlijn medische milieukunde; luchtkwaliteit en gezondheid. Bilthoven, RIVM-rapport 609330008.

Websites

www.rivm.nl/milieuportaal/onderwerpen/binnenmilieu	RIVM; Handboek Binnenmilieu
www.rivm.nl/vtv/object_class/kom_binnenhuismilieu.html	RIVM; Nationaal Kompas Volksgezondheid, gezondheids-determinanten, omgeving, milieu binnenmilieu
www.rivm.nl/gezondheidsmilieu/themas/Binnenmilieu/index.jsp	RIVM; informatiepunt gezondheid en milieu, binnenmilieu
www.rivm.nl/milieuportaal/onderwerpen/binnenmilieu/	RIVM; milieuportaal voor professionals, onderwerpen, binnenmilieu
www.kiesbeter.nl/gezondleven/veiligheid-in-en-om-het-huis/ventilatie/	KiesBeter; zorgportaal VWS-RIVM met consumenteninfo; ventilatie
www.vrom.nl/pagina.html?id=11716	VROM; gezondheid; dossier ventilatie, algemeen
www.vrom.nl/pagina.html?id=11719	VROM; gezondheid; dossier ventilatie, rapporten en verslagen
vrom.nl/pagina.html?id=18238 → Doorlopende tekst van het Bouwbesluit 2003; en → Doorlopende tekst van de Toelichting Bouwbesluit	VROM; actuele, integrale tekst van het Bouwbesluit en de Toelichting
www.vrominspectie.nl/onderwerpen/bouwen/binnenmilieu/	VROM-Inspectie; informatie voor beleid
www.vrom.nl/pagina.html?id=18371	VROM; Helpdesk Bouwregelgeving
www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Vocht%20en%20ventilatie	Milieucentraal; gezondheid & milieu, gezonde woning, vocht & ventilatie
www.vng.nl/smartsite.dws?id=1790	VNG; bouwregelgeving
www.bwtinfo.nl/bwti_com/e2f439917cea3f566175056b9dce6f30.php?tid1=100&tid2=540&o=1	BWTinfo: kennisbank voor Bouw- en WoningToezicht, > bouwtechniek > ventilatie
www.vereniging-bwt.nl/vero_com/bb61fa44e86a68f4bd1ae8c830312358.php	BWT Vereniging; aanschrijven met procedureschema, voorbeeldbrieven en Amsterdams handboek
www.woonbond.nl/rekenen/ventiltoets.php	Woonbond; ventilatietoets, ook voor bewoners zelf
www.eigenhuis.nl/VerenigingEigenHuis/Wonen/Gezond+en+veilig+wonen/Binnenmilieu/Ventileren/	Vereniging Eigen Huis; info over ventileren
www.mijninstallaties.info	ISSO; informatie van de installatiesector over het gebruik van o.a. ventilatiesystemen
www.kbi.nl	Stichting Kwaliteitsborging Installatiesector

Betrokken instanties

Bouw- en Woningtoezicht (BWT)	gemeentelijke afdeling; - informatie over wettelijke voorschriften, bouwvergunning, ventilatieberekening, spuivoorzieningen, bouw - en afwerkingmaterialen, luchtdichtheid van de vloer boven de kruipruimte, enzovoort. - toezicht en handhaving
GIW	Garantie Instituut Woningbouw; stichting waarin bouwondernemers, consumenten en overheid (VNG) vertegenwoordigd zijn. - kwaliteitsgarantie voor te bouwen woningen met GIW-contract. Wie een huis laat bouwen kan tevoren van de bouwer een GIW-certificaat voor die woning vragen.
ISSO	het kennisinstituut voor de installatiebranche
KBI	Stichting Kwaliteitsborging Installatiesector
milieuafdeling	gemeentelijke afdeling; - kwaliteit van de buitenlucht
Milieu Centraal	stichting betaald door ministerie van VROM en ministerie van Economische Zaken; - informatie over energie en milieu
SenterNovem	agentschap van ministerie van Economische Zaken en VROM; - programma's en projecten voor duurzaamheid en innovatie
RIVM cGM	Centrum Milieu en Gezondheid, betaald door VWS; - informatie over binnenmilieu
RIVM. KIP	Kennis- en Informatie Punt Milieu en Gezondheid; betaald door VROM; - informatie over gezondheid
Vereniging Eigen Huis	belangenorganisatie voor woningeigenaren
Voedsel- en Waren Autoriteit (VWA).	agentschap van VWS; - toezicht op en informatie over inrichtingsmaterialen, toestellen en gebruiksvoorwerpen
VNG	belangenorganisatie van Nederlandse gemeenten; - model voor gemeentelijke bouwverordening
VROM Helpdesk Bouwregelgeving	- informatie over Woningwet, Bouwbesluit, NEN-normen
VROM-Inspectie.	- regionale informatie, - tweedelijns toezicht op onder andere BWT
VROM WWI	directoraat van het ministerie dat gaat over Wonen, Wijken en Integratie; - Woningwet en Bouwbesluit
VROM DGM	directoraat van het ministerie dat gaat over milieu
Woonbond	koepelorganisatie van huurdersverenigingen

Afkortingen

BPG	Besluit Publiek Gezondheid
B&W	Burgemeester & Wethouders
BWT	Bouw- en Woningtoezicht
CO₂	kooldioxide = koolstofdioxide; in woningen vooral afkomstig van uitgeademde lucht
EPC	relatieve maat voor de hoeveelheid energie die een gebouw nodig heeft voor verwarming en koeling. Sinds 1995 worden in het Bouwbesluit eisen gesteld aan de energiezuinigheid van nieuw te bouwen gebouwen. Met de introductie van de EPC is ervoor gekozen de bouwwereld zelf te laten kiezen met welke maatregelen de vereiste energiezuinigheid van een gebouw wordt gerealiseerd. Voor bouwvergunningen van woningen is de maximaal toegestane EPC per 1 januari 2006 aangescherpt van 1,0 naar 0,8.
dB	decibel
dB(A)	decibel met A-weging = eenheid voor geluidniveau gecorrigeerd voor waarneming door de mens
dm³/s	kubieke decimeter per seconde; 1 dm ³ /s = 1 L/s;
GIW	Garantie Instituut Woningbouw
L_{aeq}	A-gewogen equivalent geluidniveau = grootte voor het weergeven van een kenmerkend geluidniveau over een periode met wisselende geluidniveaus.
L_{max}	maximum van het geluidniveau
L/s	liter per seconde; 1 L/s = 3,6 m ³ /h
m³/h	kubieke meter per uur; 1 m ³ /h = 0,28 L/s
NEN	Nederlandse Norm; een afspraak na een consensusprocedure met zo veel mogelijk belanghebbende partijen. Een NEN is een privaat document dat bij het NNI gekocht moet worden en niet verspreid mag worden door derden.
NNI	Nederlands Normalisatie Instituut; een onderneming zonder winstoogmerk voor het opstellen van normen gericht op veiligheid, gezondheid, milieu en innovatie.
NPR	Nederlandse Praktijkrichtlijn; een document met een praktische uitwerking van een norm, bijvoorbeeld in de vorm van een toelichting of mogelijke oplossingen waarvan verwacht mag worden dat ze aan de norm zullen voldoen.
ppm	part(s) per million; 1 ppm = een miljoenste volumedeel, bijvoorbeeld een liter per miljoen liters of een kubieke centimeter per kubieke meter
SBS	Sick Building Syndrome
VOS	vluchtige organische stoffen, bijvoorbeeld oplosmiddelen zoals aceton of terpentine
WPG	Wet Publieke Gezondheid, de opvolger van de WCPV
WTW	Warmteterugwinning

Definities

balansventilatie	systeem waarbij mechanisch evenveel lucht wordt ingeblazen als afgezogen. Een dergelijke gebalanceerde ventilatie kan werken met 1 centrale box per woning, of met 1 of meer decentrale boxen per ruimte.
binnenklimaat	de combinatie van stralingstemperatuur van oppervlakken, luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, luchtsnelheid en turbulentie.
bypass	voorziening aan een balansventilatie om buiten een warmtewisselaar om te kunnen ventileren.
capaciteit	debiet dat onder standaardomstandigheden gehaald kan worden als een ventilatievoorziening maximaal aan of open staat (zie ook: nominale capaciteit).
debiet	volume van een luchtstroom per tijdseenheid
draught rating	score voor verwachte tochtthinder, berekend op basis van luchtsnelheid en turbulentie.
dwarsventilatie	volgens NEN 8087: ventilatie waarbij lucht via de ene gevel toestroomt en binnenlucht via uitsluitend één of meerdere gevels afvoert, al dan niet via overstroomcomponenten
exfiltratie	luchtstroming van binnen naar buiten via kieren en naden
Flowfinder[®]	een bekende merknaam van een apparaat voor het nauwkeurig meten van een luchtstroom, met compensatie voor het drukverschil dat ontstaat door het apparaat zelf.
heteluchtverwarming	verwarmingssysteem waarbij mechanisch toegevoerde lucht opgewarmd wordt met een andere warmtebron dan warmteterugwinning.
hybride ventilatie	een ventilatiesysteem dat natuurlijke en mechanische ventilatie combineert voor verschillende uren van de dag of seizoenen van het jaar, of op basis van een detector: <i>‘natuurlijk als het kan, mechanisch als het moet’</i> .
gemeenschappelijke ruimte	in het Bouwbesluit en aanduiding voor bijvoorbeeld een woonruimte in een studentenhuis of een trappenhuis van een aantal woningen.
infiltratie	luchtstroming van buiten naar binnen via kieren en naden
inregelen	met behulp van metingen mechanische luchtstromen verdelen over verschillende ruimten.
installatiegeluid	geluid afkomstig van een gebouwgebonden installatie, zoals mechanische ventilatie, waterafvoer, lift.
kernzijdig	aan de kant van het centrum van de woning gelegen ventilatieopeningen; niet aan de kant van de gevel
kier	aansluiting tussen een vast deel en een bewegend deel, bijvoorbeeld tussen kozijn en deur.
leefzone	volgens NEN 1087 het deel van het verblijfsgebied dat gelegen is op meer dan 1 meter vanaf de buitengevelwand, meer dan 0,2 m vanaf de binnenwanden en tot op 1,8 m boven de vloer.
luchten	spuien = het in korte tijd afvoeren van veel verontreinigde lucht
luchtsnelheid	verplaatsing van de lucht in bijvoorbeeld meter per seconde
luchtverversing	ventilatie

luchtverwarming	verwarmingssysteem waarbij mechanisch toegevoerde lucht wordt opgewarmd met een andere warmtebron dan warmteterugwinning.
naad	aansluiting tussen 2 gebouwdelen of materialen die onderling niet bewegen, bijvoorbeeld een muur en een kozijn.
nominale belasting	volgens NEN 1087: 'belasting waarvoor een toestel volgens opgave van de fabrikant bestemd is'
nominale capaciteit	het debiet dat een ventilatievoorziening in principe continu moet kunnen realiseren in een test volgens NEN 1087; in de praktijk echter de door de leverancier opgegeven capaciteit (Valk, 2005).
nominale ventilatie	volgens NEN 1087: ventilatie die op grond van gezondheidsoverwegingen voor de reinheid van de lucht continu tot stand moet kunnen worden gebracht
onbenoemde ruimte	een ruimte die in de aanvraag voor een bouwvergunning niet benoemd is als een verblijfsruimte of een andere specifieke ruimte.
overstroom	luchtstroom van ene ruimte naar een andere ruimte. Ventilatie is meestal een combinatie van toevoer, overstroom en afvoer. Overstroom kan officieel tegelijk dienen als afvoer van de ene ruimte en toevoer van de andere.
rechtens verkregen niveau	een prestatieniveau dat indertijd toegestaan is, maar dat nu lager is dan het niveau dat in het Bouwbesluit is vastgelegd voor nieuwbouw. Bij een verandering van een bestaand gebouw waarbij het aan nieuwbouweisen moet gaan voldoen, mag B&W in sommige gevallen volgens het Bouwbesluit ontheffing verlenen van het realiseren van het nieuwbouwniveau, als het gebouw blijft presteren op het rechtens verkregen niveau. De ontheffing mag echter niet verleend worden tot een niveau dat lager is dan de huidige voorschriften voor bestaande bouw. Dat betreft situaties waarin een vergunning wordt aangevraagd voor een verbouwing of een verandering van gebruiksfunctie. Ook zonder dat mag een gemeente in het kader van het toezicht eisen dat een bestaand gebouw aan het rechtens verkregen niveau (of het niveau staande bouw of nieuwbouw) blijft voldoen. Om een niveau te eisen dat hoger is dan de voorschriften voor bestaande bouw, moet de gemeente aantonen dat dit noodzakelijk is met het oog op bijvoorbeeld de gezondheid. Dit geldt ook voor het handhaven van het nieuwbouwniveau in bestaande woningen.
schakelstand	stand van de schakelaar van de mechanische ventilatie: 1 = laagstand, 2 = middenstand, 3 = hoogstand.
schil	uitwendige scheidingsconstructie = scheiding tussen gebouw en buitenlucht en kruipruimte; een stalling zoals een garage kan buiten de schil vallen.
schilzijdig	aan de kant van de gevel van de woning gelegen ventilatieopeningen; niet kernzijdig
sick building-syndroom	klachten over problemen van de slijmvliezen, luchtwegen, huid en algemene toestand, die toenemen bij verblijf in een bepaald gebouw en afnemen tijdens verblijf elders; tegenwoordig vaak aangeduid als <i>building related illness</i> of gebouwgebonden klachten.
spuien	luchten = het in korte tijd afvoeren van veel verontreinigde lucht
thermisch comfort	de (on)aangenaamheid van het binnenklimaat

tracergas	inert gas dat binnen losgelaten wordt om het ventilatievoud te meten
turbulentie	veranderingen in snelheid of richting van de verplaatsing van lucht
ventiel	voorziening om mechanisch toegevoerde of afgevoerde luchtstroom in te regelen.
ventilatiebalans	volgens het Bouwbesluit moeten de capaciteiten van toevoer en afvoer van lucht per verblijfsgebied met elkaar in evenwicht zijn. Daarbij mag in woningen 50% afkomstig zijn uit een ander verblijfsgebied en toetreden via overstroomvoorzieningen en verkeersruimten.
ventilatiecapaciteit	zie nominale capaciteit
ventilatievoorziening	in een te bouwen woningen is dit een bouwkundige middel om te kunnen ventileren; in bestaande bouw mogen ook kieren en naden meetellen als ventilatievoorziening volgens NEN 8087.
ventilatievoud	het aantal keren per uur dat de lucht in een ruimte wordt ververs, te berekenen als het volume van de luchtstroom per uur van een ruimte gedeeld door het volume van die ruimte.
ventilatiewisselklep	aansluiting van afzuigkap op een kanaal voor natuurlijke afvoer die open valt voor natuurlijke trek zodra de afzuigkap wordt uitgeschakeld.
verse lucht	lucht die van buiten komt en niet vermengd is met binnenlucht, rookgassen, enzovoort.
verblijfsgebied	in het Bouwbesluit gedefinieerd als: ‘gedeelte van een gebruiksfunctie met ten minste een verblijfsruimte, bestaande uit een of meer op dezelfde bouwlaag gelegen aan elkaar grenzende ruimten anders dan een toiletruimte, een badruimte, een technische ruimte of een verkeersruimte’. In woningen is de <i>gebruiksfunctie</i> een gebouw met een woonfunctie. Een <i>technische ruimte</i> is een ‘ruimte voor het plaatsen van de apparatuur, noodzakelijk voor het functioneren van een gebouw, waaronder in elk geval begrepen een meterruimte, een liftmachineruimte en een stookruimte’. Een <i>verkeersruimte</i> is een ruimte bestemd voor het bereiken van een andere ruimte. Het Bouwbesluit hanteert het begrip verblijfsgebied ter wille van de <i>vrije indeelbaarheid</i> van gebouwen.
verblijfsruimte	in het Bouwbesluit gedefinieerd als: ‘ruimte voor het verblijven van mensen, dan wel een ruimte waarin de voor een gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten plaatsvinden’. Voorbeeld: woonkamer, slaapkamer of speelkamer.
verdunningsfactor	voor een opening voor luchttoevoer berekende mate van verdunning van rook, verbrandingsgassen of afgevoerde lucht buiten langs (of over) een gebouw of tussen gebouwen.
verkeersruimte	een ruimte bestemd voor het bereiken van een andere ruimte.
vraaggestuurde ventilatie	verandering van de ventilatie afhankelijk van de detectie van bijvoorbeeld. de aanwezigheid van personen, de CO ₂ -concentratie of de luchtvochtigheid.
vrije indeelbaarheid	het principe dat er in de regelgeving zo weinig mogelijk eisen worden gesteld die beperkingen opleggen aan de indeling van het gebouw in ruimten en het gebruik daarvan.
winddrukgestuurd rooster	ventilatiooroster waarvan de opening kleiner wordt door een toenemend luchtdrukverschil tussen buiten en binnen.
warmteterugwinning	overdracht van warmte uit bijv. afgevoerde lucht aan

	toegevoerde lucht
wasemkap	afzuigkap boven kooktoestel om waterdamp en geuren af te voeren; is officieel geen ventilatievoorziening
worp	afstand waarover de ingeblazen lucht een snelheid houdt van > 1 m/s

Geraadpleegde deskundigen

Ir. J. Balvers, BBA Binnenmilieu, Rotterdam
Drs. H.J.T. Bloemen, RIVM, LVM, Bilthoven
Drs. A. Boerstra, BBA Binnenmilieu, Rotterdam
Dr. C.J.M. van den Bogaard, VROM-Inspectie, Den Haag
Ir. C.J.C. Bouwens, Neprom, Voorburg
Drs. J.E.F. van Dongen, TNO Bouw, afdeling leefomgeving en gezondheid, Delft
Dr. Ir. E. Hasselaar, Onderzoeksinstituut OTB, T.U. Delft, Sectie woningvoorraadbeleid en kwaliteitszorg, Delft
J.R. Hoving, Vereniging Eigen Huis, Kenniscentrum, Amersfoort.
Drs. W.P. Jongeneel, RIVM, MGO, Bilthoven
Ing. M. Marra, RIVM, MGO, Bilthoven
Drs. Ing. O.G. van Rijsbergen, Woonbond Kennis- en Adviescentrum, Amsterdam
Ir. A.M. van Weele, ISSO, Rotterdam
Ministerie van VROM. Afstemming heeft plaatsgevonden met een vertegenwoordiger van VROM.
Platform Binnenmilieu, Voorburg

Samenstelling werkgroep

Penvoerder

Drs. F. Duijm, arts Maatschappij en Gezondheid - medisch milieukundige, GGD Groningen, Groningen.

Werkgroepleden

Drs. ir. J.T. van Ginkel, medewerker medische milieukunde, GGD IJssel-Vecht, Zwolle

Drs. ir. T. Habets, medisch milieukundig adviseur, GGD Rotterdam-Rijnmond, Rotterdam.

B. Poelman, medewerker medische milieukunde, GGD Kennemerland, Haarlem.

Ir. R.J. van Schie, senior medewerker Bouwfysica & Bouwecologie, Gemeente Den Haag, dienst stedelijke ontwikkeling, directie Bouwen Toezicht en Dienstverlening, sector Bouw- en Woningzaken, afdeling Bouwfysica & -ecologie.

Drs. M.M. Scholtes, milieugezondheidskundige, Bureau Gezondheid Milieu en Veiligheid GGD'en Brabant/Zeeland, Tilburg.

Coördinator

Drs. N.E. van Brederode, arts Maatschappij en Gezondheid - medisch milieukundige. RIVM, Bilthoven.

In de startfase van het opstellen van de richtlijn heeft mw. C. Antens een bijdrage geleverd.

Bijlage 1 Ventilatievoorzieningen in bestaande woningen: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)

Deze bijlage is bedoeld om een gemakkelijk een indruk te krijgen van de regelgeving. Alleen de voor woningen relevante artikelen zijn opgenomen in de onderstaande tekst. De andere artikelen en onderdelen daarvan zijn hier niet weergegeven. Voor nieuw te bouwen woningen: zie Bijlage 2.

N.B.: De tekst van het Bouwbesluit wordt regelmatig vernieuwd.

De integrale en actuele tekst van het Bouwbesluit is hierboven te vinden via de link in paragraaf 7.2.

Hoofdstuk 1

Algemene bepalingen

§ 1.1 Begripsbepalingen Artikel 1.1

verblijfsgebied: gedeelte van een gebruiksfunctie met ten minste een verblijfsruimte, bestaande uit een of meer op dezelfde bouwlaag gelegen aan elkaar grenzende ruimten anders dan een toiletruimte, een badruimte, een technische ruimte of een verkeersruimte;

verblijfsruimte: ruimte voor het verblijven van mensen, dan wel een ruimte waarin de voor een gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten plaatsvinden;

verkeersruimte: ruimte anders dan een ruimte in een verblijfsgebied, een toiletruimte, een badruimte of een technische ruimte, bestemd voor het bereiken van een andere ruimte;

woonfunctie: gebruiksfunctie voor het wonen.

Hoofdstuk 3 Voorschriften uit oogpunt van gezondheid

Afd. 3.10 Luchtverversing van een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte

§ 3.10.2 Bestaande bouw

Artikel 3.54

1. Een bestaand bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing van een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.54 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.

Aanwezigheid

Artikel 3.55

1. Een verblijfsruimte heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.
2. Een toiletruimte en een badruimte hebben een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.56

1. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste de in tabel 3.54 aangegeven grenswaarde.
2. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsruimte met een opstelplaats voor een kooktoestel of met een opstelplaats voor een warmwatertoestel heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste 21 dm³/s. Bij de toepassing van dit voorschrift blijven buiten beschouwing:
 - a. een opstelplaats voor een kooktoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW en
 - b. een opstelplaats voor een warmwatertoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW of voor een warmwatertoestel dat geen open verbrandingstoestel is.
3. Een voorziening voor luchtverversing voor een toiletruimte heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste 7 dm³/s. Een voorziening voor luchtverversing voor een badruimte heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste 14 dm³/s. Dit geldt ook voor een met een toiletruimte samengevoegde badruimte.
4. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsruimte heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de hoogste waarde die volgens het eerste en tweede lid geldt voor elke afzonderlijke verblijfsruimte die op de voorziening is aangewezen.
5. In afwijking van het vierde lid, heeft een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een gemeenschappelijke verblijfsruimte een capaciteit die niet kleiner is dan de totale waarde die volgens het eerste en tweede lid geldt voor alle gemeenschappelijke verblijfsruimten die op de voorziening zijn aangewezen.

ontleend aan tabel 3.54:

capaciteit voor luchtverversing in verblijfsruimte ten minste 0,7 dm³.s /m² (minimum 7 dm³/s)

Stromingsrichting

Artikel 3.58

1. De richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit de voorziening voor luchtverversing naar een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte.
2. De richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit een verblijfsruimte, een toiletruimte of een badruimte naar de voorziening voor luchtverversing.
3. Bij het bepalen van de richting van een luchtstroming als bedoeld in het eerste en het tweede lid, blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

Luchtkwaliteit

Artikel 3.59

1. Ten minste 21 dm³/s van de capaciteit van de afvoer van binnenlucht uit een verblijfsruimte waarin zich een opstelplaats voor een kooktoestel, als bedoeld in artikel 3.56, tweede lid, bevindt, wordt rechtstreeks naar buiten afgevoerd.
2. De afvoer van binnenlucht uit een toiletruimte of een badruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Bijlage 2 Ventilatievoorzieningen in te bouwen woningen: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)

Deze bijlage is bedoeld om een gemakkelijk een indruk te krijgen van de regelgeving. Hier zijn alleen de artikelen opgenomen die aan nieuw te bouwen woningen hogere eisen stellen dan aan bestaande woningen. De andere artikelen zijn in het onderstaande niet weergegeven!

Als het verschil in een bepaalde passage zit, is die passage onderstreept.

Voor bestaande woningen: zie Bijlage 1.

N.B.: De tekst van het Bouwbesluit wordt regelmatig vernieuwd.

De integrale en actuele tekst van het Bouwbesluit is hierboven te vinden via de link in paragraaf 7.2.

Hoofdstuk 3 Voorschriften uit oogpunt van gezondheid **Afd. 3.10 Luchtverversing van een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte**

§ 3.10.1 Nieuwbouw

Artikel 3.46

1. Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing van een verblijfsgebied, een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.46.1 en tabel 3.46.2 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.

Aanwezigheid

Artikel 3.47

1. Een verblijfsgebied en een verblijfsruimte hebben een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.48

1. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsgebied heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste de grenswaarde, als aangegeven in tabel 3.46.1.
2. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste de grenswaarde, als aangegeven in tabel 3.46.1.
3. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsgebied of een verblijfsruimte, met een opstelplaats voor een kooktoestel of met een opstelplaats voor een warmwatertoestel heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 21 dm³/s. Bij de toepassing van dit voorschrift blijven buiten beschouwing:
 - a. een opstelplaats voor een kooktoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW en
 - b. een opstelplaats voor een warmwatertoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW of voor een warmwatertoestel dat geen open verbrandingstoestel is.
4. Een voorziening voor luchtverversing voor een toiletruimte heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 7 dm³/s. Een voorziening voor luchtverversing voor een badruimte heeft een

volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 14 dm³/s. Dit geldt ook voor een met een toiletruimte samengevoegde badruimte.

5. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsgebied heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de hoogste waarde die volgens het eerste en derde lid geldt voor elk afzonderlijk verblijfsgebied.

7. In afwijking van het vijfde lid, heeft een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een gemeenschappelijk verblijfsgebied een capaciteit die niet kleiner is dan de totale waarde die volgens het eerste en derde lid geldt voor alle gemeenschappelijke verblijfsgebieden die op de voorziening zijn aangewezen.

ontleend aan tabel 3.46

capaciteit voor luchtverversing in verblijfsgebied ten minste 0,9 dm³.s /m² (minimum 7 dm³/s)

Thermisch comfort

Artikel 3.49

De toevoer van verse lucht veroorzaakt in de leefzone van een verblijfsgebied voor het verblijven van mensen een volgens NEN 1087 bepaalde luchtsnelheid die niet groter is dan 0,2 m/s.

Regelbaarheid

Artikel 3.50

1. Een component voor toevoer van verse lucht is door de gebruiker regelbaar in het gebied van 0 procent tot 25 procent van de capaciteit als bedoeld in artikel 3.48.

De voorziening laat in de nulstand niet meer door dan 10 procent van de capaciteit.

De fijnregeling heeft, bepaald volgens NEN 1087, naast de nulstand, ten minste twee instelstanden die onderling ten minste 10 procent van de capaciteit verschillen.

De lucht volumestroom door een zelfregelende voorziening mag over het drukverschil van 1 Pa tot 25 Pa niet meer dan 20 procent van de nominale capaciteit verschillen.

2. In afwijking van het eerste lid, hoeft een overstroomcomponent als bedoeld in NEN 1087 niet regelbaar te zijn.

Stromingsrichting

Artikel 3.51

1. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit een voorziening voor luchtverversing naar een verblijfsgebied of een verblijfsruimte. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

2. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit een voorziening voor luchtverversing naar een toiletruimte of een badruimte. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

3. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit een verblijfsgebied of een verblijfsruimte naar de voorziening voor luchtverversing. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

4. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit een toiletruimte of een badruimte naar de voorziening voor luchtverversing. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

Plaats van de opening

Artikel 3.52

1. Een instroomopening voor de toevoer van verse lucht van een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.47, is zodanig geplaatst, dat de volgens NEN 1087 bepaalde verdunningsfactor van de rook en verdunningsfactor van de binnenlucht die afkomstig is van een uitmonding van:

a. een voorziening voor de afvoer van rook, en
b. een voorziening voor luchtverversing voor de afvoer van binnenlucht, niet groter zijn dan voor die afvoervoorziening is aangegeven in tabel 3.52. Bij het bepalen van de plaats van de instroomopening blijven uitmondingen van een voorziening voor de afvoer van rook en uitstroomopeningen voor de afvoer van binnenlucht van een voorziening voor luchtverversing, die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

2. Een uitmonding voor de afvoer van binnenlucht van een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.47, is zodanig geplaatst, dat de volgens NEN 1087 bepaalde verdunningsfactoren van de binnenlucht ter plaatse van een instroomopening van:

a. een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht, die via een verblijfsgebied of een verblijfsruimte naar een verbrandingstoestel stroomt, en
b. een voorziening voor luchtverversing voor de toevoer van verse lucht naar een verblijfsgebied of een verblijfsruimte, niet groter zijn dan voor de afvoervoorziening is aangegeven in tabel 3.52. Bij het bepalen van de plaats van een uitmonding blijven buiten beschouwing instroomopeningen van een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht en van een voorziening voor luchtverversing voor de toevoer van verse lucht, die op een ander perceel liggen. Voorts blijven buiten beschouwing instroomopeningen van een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht, die liggen in een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied anders dan voor het verblijven van mensen, en voorzieningen voor het snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde lucht.

3. Bij het bepalen van de verdunningsfactoren als bedoeld in het eerste en tweede lid, blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen, die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

4. Een instroomopening en een uitstroomopening van een voorziening voor luchtverversing liggen, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van een gebruiksfunctie, op een afstand van ten minste 2 m van de perceelsgrens.

Indien het perceel waarop de gebruiksfunctie ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, wordt die afstand aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

Luchtkwaliteit

Artikel 3.53

1. De toevoer van verse lucht naar een niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied vindt rechtstreeks of via een ander niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied of via een niet-gemeenschappelijke verkeersruimte plaats. Ten minste 50 procent van een toevoercapaciteit bepaald volgens artikel 3.48, vindt rechtstreeks van buiten plaats.

2. De toevoer van verse lucht naar een gemeenschappelijk verblijfsgebied vindt rechtstreeks van buiten plaats.

4. Ten minste 21 dm³/s van de capaciteit van de afvoer van binnenlucht uit een verblijfsgebied of een verblijfsruimte waarin zich een opstelplaats voor een kooktoestel, als bedoeld in artikel 3.48, derde lid, bevindt, wordt rechtstreeks naar buiten afgevoerd.

Bijlage 3 Spuivoorzieningen in woningen: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)

Deze bijlage is bedoeld om een gemakkelijk een indruk te krijgen van de regelgeving.

N.B.: De tekst van het Bouwbesluit wordt regelmatig vernieuwd.

De integrale en actuele tekst van het Bouwbesluit is hierboven te vinden via de link in paragraaf 7.2.

Afd. 3.11 Spuivoorziening

3.11.2 Bestaande bouw

Artikel 3.64

Een bestaand bouwwerk heeft een voorziening voor het zo nodig snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde binnenlucht.

2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.64 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.

Aanwezigheid

Artikel 3.65

1. De uitwendige scheidingsconstructie heeft beweegbare onderdelen voor het snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.66

1. Beweegbare onderdelen als bedoeld in artikel 3.65, geven een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van de spui-ventilatie voor een verblijfsruimte van ten minste 3 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die ruimte.

2. Het eerste lid geldt niet voor een gemeenschappelijke verblijfsruimte.

§ 3.11.1 Nieuwbouw

Artikel 3.60

1. Een te bouwen bouwwerk heeft een voorziening voor het zo nodig snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde binnenlucht.

2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.60 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.

Aanwezigheid

Artikel 3.61

1. De uitwendige scheidingsconstructie heeft beweegbare onderdelen voor het snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.62

1. Beweegbare onderdelen als bedoeld in artikel 3.61, geven een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van de spui-ventilatie voor een verblijfsgebied van ten minste 6 dm³/s per m² vloeroppervlakte van dat gebied. Voor een verblijfsruimte is de capaciteit ten minste 3 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die ruimte.

2. Het eerste lid geldt niet voor een gemeenschappelijk verblijfsgebied of een gemeenschappelijke verblijfsruimte.

Plaats van de opening

Artikel 3.63

Een beweegbaar onderdeel als bedoeld in artikel 3.61, ligt, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van de gebruiksfunctie, op een afstand van ten minste 2 m van de perceelsgrens. Indien het perceel waarop de gebruiksfunctie ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, wordt de afstand aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

Bijlage 4 Ventilatievoorzieningen in overige ruimten: eisen in het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006a)

Deze bijlage is bedoeld om een gemakkelijk een indruk te krijgen van de regelgeving.

N.B.: De tekst van het Bouwbesluit wordt regelmatig vernieuwd.

De integrale en actuele tekst van het Bouwbesluit is hierboven te vinden via de link in paragraaf 7.2.

Afd. 3.12 Luchtverversing van overige ruimten

§ 3.12.1 Nieuwbouw

Artikel 3.67

1. Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing voor een meterruimte voor een voorziening voor gas, een liftschacht, een gemeenschappelijke verkeersruimte, een ruimte met een netto-inhoud van meer dan 3 m³ voor het opslaan van afval en een tunnelruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.67 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.

Aanwezigheid

Artikel 3.68

1. Een meterruimte voor een voorziening voor gas heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.
2. Een liftschacht heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.
3. Een ruimte, niet zijnde een verblijfsgebied of een verblijfsruimte, met een netto-inhoud van meer dan 3 m³ voor het opslaan van afval heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.
4. Een gemeenschappelijke verkeersruimte heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.69

1. Een voorziening voor luchtverversing van een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 0,7 dm³/s per m² vloeroppervlakte van de gemeenschappelijke verkeersruimte, gemeten over de ten minste vereiste breedte van die ruimte.
2. Een voorziening voor luchtverversing van een meterruimte voor een voorziening voor gas heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 2 dm³/s per m³ netto-inhoud van de meterruimte, met een minimum van 2 dm³/s.
3. Een voorziening voor luchtverversing van een liftschacht heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 3,2 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die liftschacht.
4. Een voorziening voor luchtverversing van een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.68, derde lid, heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 100 dm³/s.

Regelbaarheid

Artikel 3.70

1. Een opening van een voorziening voor luchtverversing van een meterruimte voor een voorziening voor gas, een liftschacht of een gemeenschappelijke verkeersruimte is niet afsluitbaar.
2. Een opening van een voorziening voor luchtverversing van een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.68, derde lid, is niet afsluitbaar.

Stromingsrichting

Artikel 3.71

1. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit een voorziening voor luchtverversing naar ruimten als bedoeld in artikel 3.68.
2. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit ruimten als bedoeld in artikel 3.68, naar de voorziening voor luchtverversing.
3. Voor de toepassing van de voorschriften als bedoeld in het eerste en tweede lid blijven buiten beschouwing bouwwerken en andere daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen.

Plaats van de opening

Artikel 3.72

2. Een opening van een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.68, ligt, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van de gebruiksfunctie, op een afstand van ten minste 2 m van de perceelsgrens. Indien het perceel waarop de gebruiksfunctie ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, wordt deze afstand aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

Luchtkwaliteit

Artikel 3.73

1. Toevoer van verse lucht naar een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.68, derde lid, vindt rechtstreeks van buiten plaats. Afvoer van binnenlucht uit een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.68, derde lid, vindt rechtstreeks naar buiten plaats.
2. Toevoer van verse lucht naar een gemeenschappelijke verkeersruimte vindt rechtstreeks van buiten plaats. Afvoer van binnenlucht uit een gemeenschappelijke verkeersruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.
3. Toevoer van verse lucht naar een liftschacht vindt rechtstreeks of via de liftmachineruimte van buiten plaats. Afvoer van binnenlucht uit een liftschacht vindt rechtstreeks of via de liftmachineruimte naar buiten plaats.

§ 3.12.2 Bestaande bouw

Artikel 3.74

1. Een bestaand bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing voor een besloten ruimte voor centrale meetapparatuur voor gas, een liftkooi, een liftschacht, een ruimte met een etto-inhoud van meer dan 3 m³ voor het opslaan van afval en een tunnelruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.74 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.

Aanwezigheid

Artikel 3.75

1. Een besloten ruimte waarin zich centrale meetapparatuur voor gas bevindt, heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

2. Een liftschacht heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.
3. Een ruimte voor opslag van afval met een netto-inhoud van meer dan 3 m³, niet zijnde een verblijfsgebied of een verblijfsruimte, heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.76

1. Een voorziening voor luchtverversing van een besloten ruimte waarin zich centrale meetapparatuur voor gas bevindt, heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste 2 dm³/s per m³ netto-inhoud van de bedoelde ruimte, met een minimum van 2 dm³/s.
2. Een voorziening voor luchtverversing van een liftschacht heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste 3,2 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die liftschacht.
3. Een voorziening voor luchtverversing van een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.75, derde lid, heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van ten minste 100 dm³/s.

Regelbaarheid

Artikel 3.77

Een opening van een voorziening voor luchtverversing van een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.75, is niet afsluitbaar.

Luchtkwaliteit

Artikel 3.78

1. Toevoer van verse lucht naar een liftschacht voor een brandweerlift vindt rechtstreeks of via de liftmachineruimte van buiten plaats. Afvoer van binnenlucht uit een liftschacht voor een brandweerlift vindt rechtstreeks of via de liftmachineruimte naar buiten plaats.
2. Toevoer van verse lucht naar een ruimte voor het opslaan van afval als bedoeld in artikel 3.75, derde lid, vindt rechtstreeks van buiten plaats. Afvoer van binnenlucht uit de ruimte voor het opslaan van afval vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Bijlage 5 Toelichting op het Bouwbesluit 2003 (VROM 2006b)

§ 1.1 Begripsbepalingen

Artikel 1.1 eerste lid

Verblijfsgebied

Volgens het begrip verblijfsgebied moet, voor zover het gaat om het bouwen van gebouwen, een verblijfsruimte te allen tijde in een verblijfsgebied zijn gelegen. Met andere woorden, een verblijfsgebied kan worden opgedeeld in verblijfsruimten en andere ruimten.

Door het geven van voorschriften voor het verblijfsgebied, wordt een minimumniveau voor de verblijfsruimte gewaarborgd. Op deze wijze wordt zoveel mogelijk recht gedaan aan de vrije indeelbaarheid van het verblijfsgebied. De aanvrager van de bouwvergunning kan zelf aangeven welk deel van de gebruiksfunctie wordt benoemd als verblijfsgebied.

Voor een toelichting op het begrip verblijfsgebied niet bestemd voor het verblijven van mensen, wordt verwezen naar het overeenkomstig gestelde voor het begrip verblijfsruimte.

Verblijfsruimte

In artikel 1, derde lid, is per gebruiksfunctie aangegeven welke activiteiten daarvoor kenmerkend zijn. Op die activiteiten zijn de voorschriften voor een verblijfsruimte van die gebruiksfunctie afgestemd. Van bijvoorbeeld een kantoorfunctie moeten de werkvertrekken voor administratieve werkzaamheden en voor een school de klaslokalen als verblijfsruimten worden aangemerkt.

Behalve voor het verblijven van mensen kan een verblijfsruimte in bepaalde gevallen zijn bedoeld voor activiteiten waarbij het verblijven van mensen geen rol van betekenis speelt. Dit is bijvoorbeeld het geval indien het opslaan van goederen de kenmerkende activiteit is (een pakhuis). Een dergelijke verblijfsruimte wordt in dit besluit aangegeven als een verblijfsruimte niet bestemd voor het verblijven van mensen. Voor deze ruimten gelden op de desbetreffende situatie afgestemde (lichtere) voorschriften.

Het Bouwbesluit kent, behalve een verblijfsruimte ook een verblijfsgebied niet bestemd voor het verblijven van mensen.

Verkeersruimte

Als een verkeersruimte kan bijvoorbeeld worden aangemerkt een gang, hal of portaal in een woning of een galerij, corridor of trappenhuis in een al of niet tot bewoning bestemde gebruiksfunctie. Als de ruimte waardoor een andere ruimte bereikt kan worden een verblijfsgebied, een toiletruimte, een badruimte of een technische ruimte is, is deze ruimte niet een verkeersruimte doch een ruimte waardoor een verkeersroute voert.

Artikel 1.1 derde lid

Woonfunctie

Onder woonfunctie vallen ruimten die een woonbestemming hebben zoals vrijstaande woningen, eengezinswoningen, flat- of portiekwoningen, kamers in een studentenhuis en woonwagens. Een ruimte van een woonboot valt daar niet onder. Een woonschip is namelijk geen bouwwerk in de zin van de Woningwet. (Uit jurisprudentie blijkt echter dat op deze regel uitzonderingen mogelijk zijn.)

Afd. 3.10 Luchtverversing van een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte

§ 3.10.1 Nieuwbouw

Artikel 3.46

Het eerste lid geeft de functionele eis voor luchtverversing van verblijfsgebieden, verblijfsruimten, toiletruimten en badruimten voor nieuwbouw.

De in het tweede lid bedoelde tabellen wijzen per gebruiksfunctie voorschriften aan die van toepassing zijn op die gebruiksfunctie. Door aan die voorschriften te voldoen, wordt aan de functionele eis van het eerste lid voldaan.

De hiervoor bedoelde voorschriften, die prestatie-eisen inhouden, zijn als volgt over de artikelen verdeeld:

1. artikel 3.47 bepaalt in welke situatie er een voorziening voor luchtverversing aanwezig moet zijn (aanwezigheid);
2. artikel 3.48 bepaalt wat voor capaciteit de voorziening ten minste moet hebben (capaciteit);
3. artikel 3.49 bepaalt voor de leefzone van een verblijfsgebied de maximale luchtsnelheid van de toegevoerde lucht (thermisch comfort);
4. artikel 3.50 bevat voorschriften omtrent het kunnen regelen van de voorziening door de gebruiker (regelbaarheid);
5. artikel 3.51 bepaalt de richting van de luchtstroming van en naar de voorziening (stromingsrichting);
6. artikel 3.52 stelt eisen betreffende de plaats van de instroomopening van de toevoervoorziening (plaats van de opening), en
7. artikel 3.53 bepaalt vanwaar de verse lucht naar een verblijfsgebied of verblijfsruimte moet worden toegevoerd en waarheen deze moet worden afgevoerd (luchtkwaliteit).

Voor de gebruiksfunctie ‘bouwwerk geen gebouw zijnde’ wijst de tabel van het tweede lid geen voorschriften aan. Het derde lid bepaalt dat de functionele eis evenmin op deze gebruiksfunctie van toepassing is.

In de tabellen 3.46.1 en 3.46.2 is de aansturing van de eisen aan de ventilatievoorziening voor een bijeenkomstfunctie voor kinderopvang ingevoegd (*Stb.* 2005, 1). De betreffende grenswaarden gelden voor de gehele functie voor kinderopvang en niet alleen voor de ruimten waarin geslapen wordt. De vereiste waarden zijn ontleend aan de rapportage ‘Bouwbesluit 2003 toegespitst op kinderopvang’.

Voorts zijn in tabel 3.46.1 bij de gezondheidszorgfunctie de grenswaarden voor de bezettingsgraadklasse B4 aangepast. Voor het eerste lid van artikel 3.48 is voor een ruimte voor activiteiten die de binnenlucht verontreinigen (functie 4.2) en voor een ruimte voor aan bed gebonden patiënten (functie 4.3) de waarde teruggebracht van 1,3 tot 1. Voor een ‘andere ruimte’ (functie 4.4) is de waarde teruggebracht van 1,3 naar 0,5. In de tabel zijn verder de waarden voor het tweede lid van artikel 3.48 voor de functies 4.3 en 4.4 teruggebracht van 1 tot 0,8. Bovendien is voor de gehele gezondheidszorgfunctie de ten minste te realiseren capaciteit van de ventilatievoorziening voor een verblijfsruimte aangescherpt van 7 tot 10 dm³/s. Deze capaciteiten zijn daarmee in overeenstemming gebracht met die van andere gebruiksfuncties met een vergelijkbare ventilatiebehoefte. Om te voorkomen dat de voorschriften voor een bestaande gebruiksfunctie 5a (lichte industrie) zwaarder zouden zijn dan voor nieuwbouw, stuurt tabel 3.46.2 artikel 3.53, vierde en vijfde lid, aan (*Stb.* 2002, 203).

Artikel 3.47

Dit artikel schrijft de aanwezigheid voor van een voorziening waarmee een verblijfsgebied, een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte langs natuurlijke of mechanische weg kunnen worden geventileerd. Op deze wijze wordt zeker gesteld dat de noodzakelijke zuurstof kan worden aangevoerd en kooldioxide, waterdamp, onaangename geurstoffen en stofdeeltjes kunnen worden afgevoerd. Verder is luchtverversing nodig om de in de lucht aanwezige schadelijke stoffen als gevolg van bijvoorbeeld formaldehyde-emissie en radonstraling te kunnen afvoeren.

Artikel 3.48

Dit artikel heeft als doel te waarborgen dat de door de mens veroorzaakte concentratie van kooldioxide in een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte of badruimte op een aanvaardbaar peil kan worden gehouden en geurstoffen in voldoende mate kunnen worden afgevoerd.

De hoeveelheid luchtverversing van een verblijfsgebied of verblijfsruimte wordt bepaald aan de hand van zogenoemde bezettingsgraadklassen. Onder welke klasse een verblijfsgebied of een verblijfsruimte valt is afhankelijk van het gemiddeld aanwezige aantal personen per m² vloeroppervlakte, zoals in tabel 3.46.1 vermeld.

Het is de bedoeling dat de aanvrager van een bouwvergunning de klasse aangeeft die naar zijn oordeel van toepassing is. Daarbij zal de aanvrager moeten uitgaan van de hoogste bezetting waarop hij voor de betrokken bestemming rekent. Het uitgaan van een bezettingsgraadklasse voor de bepaling van de capaciteit van de ventilatievoorziening betekent in de praktijk, dat het verblijfsgebied of de verblijfsruimte door niet méér personen mag worden gebruikt dan het aantal dat bij de opgegeven klasse behoort. Dit vloeit voort uit de gebruiksvoorschriften van de gemeentelijke bouwverordening.

Omvat een gebouw meerdere gebruiksfuncties, dan geldt de bezettingsgraadklasse waarvoor de zwaarste eis geldt.

Wat betreft de hoogte van de eisen gaan de voor een verblijfsgebied en een verblijfsruimte voorgeschreven capaciteit van 0,9 respectievelijk 0,8 m³/s per m² vloeroppervlakte uit van gemiddeld één persoon per 7 m² verblijfsruimte. Voor de oppervlakte van een verblijfsgebied is voorts aangenomen dat deze gemiddeld 10 procent groter is dan de som van de daarbinnen gelegen verblijfsruimten. Hierin stemmen de eisen overeen met het advies van de Gezondheidsraad inzake ventilatie van 1984, waarin een minimum luchtverversing wordt aanbevolen van 25 m³/h (=7•10⁻³ m³/s) per persoon.

Om te waarborgen dat in het kleinst denkbare verblijfsgebied of de kleinst denkbare verblijfsruimte van 4 m² toch voldoende ventilatie aanwezig is zoals bedoeld in het advies van de Gezondheidsraad, is als ondergrens een capaciteit van 7•10⁻³ m³/s voorgeschreven. ('Het binnenhuisklimaat, in het bijzonder een ventilatieminimum, in Nederlandse woningen', Gezondheidsraad, 1984.)

Bij het bepalen of de noodzakelijke ventilatiecapaciteit aanwezig is, moeten alle in de gebruiksfunctie aanwezige verblijfsgebieden gelijktijdig in beschouwing zijn genomen om te bereiken dat de vereiste hoeveelheid verse lucht gelijktijdig in alle verblijfsgebieden aanwezig kan zijn.

Bij het stellen van de eisen ten aanzien van verblijfsruimten is er van uitgegaan dat de eisen betreffende de ventilatie van een verblijfsgebied voldoende ventilatie binnen dat gehele gebied waarborgen. De eisen gesteld aan verblijfsruimten gelden uitsluitend als vangnet.

Het voorschrift van het derde lid voor een verblijfsgebied of verblijfsruimte met een kook- of warmwatertoestel is erop gericht dat geurstoffen, bij normale verbranding vrijkomende dampen en overmatige waterdampproductie die daar kunnen ontstaan in korte tijd kunnen worden afgevoerd en verbrandingslucht kan worden toegevoerd.

Door de beperking van dit voorschrift tot toestellen met een nominale belasting van 15 kW is het niet toereikend voor ruimten waarin een of meer toestellen zijn geplaatst met een grotere nominale belasting. Voor zulke gevallen is er in de regel een vergunning op grond van artikel 8.1 van de Wet milieubeheer vereist. In die vergunning kunnen op de specifieke situatie toegesneden eisen worden gesteld aan de luchtverversing.

De in het vierde lid voorgeschreven capaciteit voor een toiletruimte is zodanig dat verontreinigde lucht in korte tijd kan worden afgevoerd. De voor een badruimte voorgeschreven capaciteit is afgestemd op het afvoeren van een overmaat aan waterdamp binnen zodanige tijd dat schimmelvorming wordt voorkomen.

De eisen ten aanzien van de luchtverversing van een industriefunctie zijn dusdanig dat het mogelijk is dat deze uitsluitend tot stand komt via deuren. De voorschriften inzake thermisch comfort en regelbaarheid zijn niet op de industriefunctie van toepassing.

De eisen voor de luchtverversing van een winkelfunctie verschillen in navolging van de arbeidsomstandighedenwetgeving naar gelang een verblijfsgebied of verblijfsruimte al dan niet mede is bestemd voor bezoekers. Voor ruimten die uitsluitend zijn bestemd voor personeel, de zogenoemde 'andere ruimte' uit de tabel, is een hogere ventilatienorm voorgeschreven dan voor ruimten die mede zijn bestemd voor bezoekers, die immers het merendeel van de gebruikers van die ruimten vormen.

Artikel 3.49

In dit artikel zijn voorschriften gesteld betreffende de luchtsnelheid van de ventilatielucht, met het doel tochtverschijnselen tot een minimum te beperken.

Door toevoeging van het begrip 'verse' is artikel 3.49 in overeenstemming gebracht met de overige ventilatievoorschriften (*Stb.* 2005, 1). Hiermee is inzichtelijk gemaakt dat de beperking van de luchtsnelheid slechts betrekking heeft op de toevoer van verse, nog niet opgewarmde, ventilatielucht.

Artikel 3.50

Met de eisen betreffende de regelbaarheid van de ventilatievoorziening is beoogd de gebruikers van de gebruiksfunctie de mogelijkheid te geven zelf de voorziening op de gewenste stand in te stellen. Uit gezondheidsoogpunt is alleen de mogelijkheid uitgesloten om de ventilatie volledig stil te leggen door afsluiting van de opening van de voorziening.

De nominale capaciteit van een zelfregelende voorziening als bedoeld in het eerste lid is de door de leverancier opgegeven capaciteit.

Artikel 3.51

Het voorschrift inzake de richting van de luchtstroming is gesteld om te voorkomen dat bijvoorbeeld een afvoervoorziening als toevoer gaat werken.

Artikel 3.52

Met dit artikel wordt beoogd te voorkomen dat door het gebouw zelf afgevoerde rook weer het gebouw wordt 'ingezogen'.

Artikel 3.53

Het eerste en het vierde lid van dit artikel regelen dat van de totale capaciteit aan ventilatielucht ten behoeve van een verblijfsgebied respectievelijk verblijfsruimte ten minste de helft van buiten moet worden aangezogen. Dit geldt voor de woonfunctie, uitgezonderd woonwagens en gemeenschappelijke verblijfsgebieden, en voor de logiesfunctie niet gelegen in een logiesgebouw (bijvoorbeeld een zomerhuisje). Het restant van de toe te voeren lucht mag worden betrokken uit een ander verblijfsgebied of een verkeersruimte die tot de gebruiksfunctie behoort. Deze interne recirculatie van lucht is toegestaan, omdat ze leidt tot energiebesparing, aangezien recirculatielucht niet of nauwelijks opwarming behoeft.

Voor de overige gebruiksfuncties bepaalt het derde lid dat alle verse lucht voor een al dan niet gemeenschappelijk verblijfsgebied rechtstreeks van buiten moet worden toegevoerd.

Als gevolg van de wijziging van artikel 3.53, vierde lid (*Stb.* 2005, 1), behoeft niet meer de gehele ventilatiecapaciteit van een verblijfsruimte met kooktoestel rechtstreeks naar buiten te worden afgevoerd. Deze wijziging doet recht aan het gebruik dat slechts boven het fornuis een wasemkap is aangebracht die rechtstreeks naar buiten uitmondt. De afvoercapaciteit die uitgaat boven de 21 dm³/s mag voortaan via een andere ruimte worden afgevoerd.

Het vijfde tot en met het zevende lid bevatten eisen die strekken tot het rechtstreeks naar buiten afvoeren van binnenlucht. De bedoeling hiervan is te voorkomen dat onaangename geuren of grote hoeveelheden waterdamp zich verspreiden naar andere ruimten van de gebruiksfunctie.

§ 3.10.2 Bestaande bouw

Artikelen 3.54 tot en met 3.59

Zie de toelichtingen op de artikelen van paragraaf 3.10.1. Anders dan voor nieuwbouw zijn er voor de bestaande bouw geen eisen gesteld aan de inrichting van de ventilatievoorziening.

Uit het oogpunt van gezondheid is namelijk primair de capaciteit van de voorziening van belang en niet de wijze waarop de luchtverversing plaatsvindt.

In aanvulling op de toelichtingen op de nieuwbouwartikelen wordt nog het volgende opgemerkt.

In tabel 3.54 is de aansturing van de eisen voor de bijeenkomstfunctie voor kinderopvang voor de bestaande bouw ingevoegd (*Stb.* 2005, 1). Voor de ventilatiecapaciteit in een verblijfsruimte is uitgegaan van de grenswaarde bij de laagst toelaatbare bezettingsgraadklasse (B3) voor nieuwbouw.

In de beschrijving van de specifieke ruimte van een gezondheidszorgfunctie als bedoeld in gebruiksfunctie 4.1 is 'voor activiteiten' vervangen door 'ruimte voor activiteiten' (*Stb.* 2005, 1). Daarmee past deze omschrijving beter in de systematiek van het Bouwbesluit 2003.

Omwille van de consistentie van de voorschriften en in overeenstemming met fase 2, stuurt tabel 3.54 het tweede lid van artikel 3.56 nu ook aan voor gebruiksfunctie 5a (lichte industrie) (*Stb.* 2002, 203).

Artikel 3.56

Het niveau van de geëiste ventilatiecapaciteit is het laagste dat in verblijfsruimten nog aanvaardbaar is uit het oogpunt van gezondheid en komt overeen met het minimum dat in de nieuwbouwvoorschriften voor verblijfsruimten is geëist. De voorschriften laten het toe dat ook naden en kieren als ventilatievoorziening worden aangemerkt.

Afd. 3.11 Spuivoorziening

§ 3.11.1 Nieuwbouw

Artikel 3.60

Het eerste lid geeft de functionele eis voor spuivoorzieningen voor nieuwbouw.

De in het tweede lid bedoelde tabel wijst per gebruiksfunctie voorschriften aan die van toepassing zijn op die gebruiksfunctie. Door aan die voorschriften te voldoen, wordt aan de functionele eis van het eerste lid voldaan. De hiervoor bedoelde voorschriften, die prestatie-eisen inhouden, zijn als volgt over de artikelen verdeeld:

1. artikel 3.61 bepaalt in welke situatie er ten behoeve van het snel kunnen afvoeren van verontreinigde binnenlucht beweegbare constructie-onderdelen (de spuivoorziening) in de gevel aanwezig moeten zijn (aanwezigheid);
2. artikel 3.62 bepaalt welke luchtverversingscapaciteit een spuivoorziening ten minste moet hebben (capaciteit), en
3. artikel 3.63 schrijft voor hoe groot de afstand tussen een spuivoorziening en de perceelsgrens ten minste moet zijn en hoe die afstand moet worden gemeten (plaatsbepaling).

Alleen voor de woonfunctie wijst de tabel van het tweede lid voorschriften aan. Voor de overige gebruiksfuncties worden geen voorschriften aangewezen. Het derde lid bepaalt dat de functionele eis evenmin op deze gebruiksfuncties van toepassing is.

In tabel 3.60 is de aansturing van de eisen van artikel 3.61, eerste en tweede lid, voor de bijeenkomstfunctie voor kinderopvang ingevoegd (*Stb.* 2005, 1). Deze bijeenkomstfunctie moet voor het welzijn en de gezondheid van de aanwezige kinderen voldoende ventilatiecapaciteit hebben voor het incidenteel afvoeren van sterk verontreinigde lucht. Het gaat bij kinderopvang, net als bij een woning, vaak om een specifieke bron van verontreiniging, zoals de lucht van een vieze luier. Na het wegnemen van die bron zal behoefte kunnen bestaan aan het doorspuien van de betreffende ruimte.

Artikel 3.61

In een woning of een woonwagen kunnen zich soms situaties voordoen dat snel een zeer grote mate van luchtverversing (doorspuing) moet kunnen plaatsvinden. Hieraan ontstaat vooral behoefte wanneer een hoge concentratie van schadelijke of hinderlijke gassen optreedt, zoals bij schilderwerkzaamheden. De normale ventilatie is niet afgestemd op deze tijdelijke verhoogde ventilatiebehoefte. Met het oog op zulke situaties is voorgeschreven dat er in de gevel van een woning of de buitenwand van een woonwagen beweegbare ramen, luiken of deuren aanwezig zijn.

Aan artikel 3.61 is een tweede lid toegevoegd, dat rekening houdt met het feit dat in een kinderopvang (bezettingsgraadklasse B1) reeds zodanig veel reguliere ventilatiecapaciteit aanwezig is, dat een specifieke spuiventilatie geen toegevoegde waarde heeft (*Stb.* 2005, 1).

Artikel 3.62

Dit artikel regelt welke minimum capaciteit de doorspuivoorzieningen moeten hebben.

Het uitgangspunt vormen eisen aan de totale capaciteit voor de luchtverversing van een verblijfsgebied van een woonfunctie respectievelijk de gebruiksoppervlakte van de woonwag en. Daarnaast is een eis gesteld aan de capaciteit voor de luchtverversing van een verblijfsruimte. Laatstgenoemde eis dient om te verzekeren dat wanneer het verblijfsgebied respectievelijk de gebruiksoppervlakte na realisatie wordt ingedeeld in afzonderlijke verblijfsruimten, die afzonderlijke ruimten ook aan die eisen voldoen. De eis aan de verblijfsruimte betekent feitelijk dat er in de uitwendige scheidingsconstructie daarvan ten minste een luik, raam of deur aanwezig moet zijn waarmee die ruimte kan worden doorgespuid.

In het eerste lid van artikel 3.62 is 'niet-gemeenschappelijk(e)' geschrapt (*Stb.* 2005, 1). Dit betekent dat het voorschrift voor de capaciteit van een spuiventilatie voor zowel gemeenschappelijke als voor niet-gemeenschappelijke ruimten van toepassing is. In het tweede lid¹ van artikel 3.62 is een uitzondering gemaakt (*Stb.* 2005, 1) voor een gemeenschappelijk verblijfsgebied of een gemeenschappelijke verblijfsruimte van een woonfunctie. Bezien in samenhang met het eerste lid is er geen sprake van een inhoudelijke wijziging van de voorschriften voor de woonfunctie.

Artikel 3.63

In dit artikel is aangegeven hoe groot de afstand tussen de deur, het raam of het luik dat als spuivoorziening dient en de perceelsgrens ten minste moet zijn. De bedoeling is mogelijke overlast voor aangrenzende percelen en voor voorbijgangers zoveel mogelijk te voorkomen. Beweegbare constructie-onderdelen die niet aan deze eis voldoen, mogen niet worden meegerekend bij de bepaling van de doorspuicapaciteit.

In artikel 3.63 is 'woonfunctie' vervangen door 'gebruiksfunctie' omdat het voorschrift door middel van de tabel dan ook kan worden aangewezen voor de bijeenkomstfunctie voor kinderopvang (*Stb.* 2005, 1). Ook voor de bijeenkomstfunctie voor kinderopvang is het van belang dat de opening van de spuivoorziening zodanig is dat hinder voor gebruikers van een aangrenzend perceel beperkt blijft.

§ 3.11.2 Bestaande bouw

Artikelen 3.64 tot en met 3.66

Zie de toelichtingen op de artikelen van paragraaf 3.11.1.

Bij *Stb.* 2005, 1 zijn voor de bestaande bouw dezelfde wijzigingen aangebracht als hierboven bij nieuwbouw beschreven.

1) Tweede lid is nieuw.

Afd. 3.12 Luchtverversing van overige ruimten

§ 3.12.1 Nieuwbouw

Artikel 3.67

Het eerste lid geeft de functionele eis voor luchtverversing van overige ruimten voor In het eerste lid van artikel 3.67, de functionele eis voor luchtverversing van overige ruimten, nieuwbouw, zijn de liftkooi en de liftschacht voor een brandweerlift vervangen door de liftschacht (*Stb.* 2005, 1). Een liftkooi is namelijk geen bouwkundige voorziening en de ventilatie daarvan is onderwerp van regeling in het Warenwetbesluit liften. Omdat iedere liftschacht moet worden geventileerd, en niet alleen die van een brandweerlift, is het voorschrift nu van toepassing op elke liftschacht.

De tabel van het tweede lid wijst per gebruiksfunctie voorschriften aan die van toepassing zijn op die gebruiksfunctie. Door aan die voorschriften te voldoen, wordt aan de functionele eis van het eerste lid voldaan. De hiervoor bedoelde voorschriften, die prestatie-eisen inhouden, zijn als volgt over de artikelen verdeeld:

1. artikel 3.68 bepaalt in welke situatie er een voorziening voor luchtverversing aanwezig moet zijn (aanwezigheid);
2. artikel 3.69 bepaalt wat voor capaciteit de voorziening ten minste moet hebben (capaciteit);
3. artikel 3.70 bevat voorschriften omtrent het kunnen regelen van de voorziening door de gebruiker (regelbaarheid);

4. artikel 3.71 bepaalt de richting van de luchtstroming van en naar de voorziening (stromingsrichting);
5. artikel 3.72 stelt eisen betreffende de plaats van de instroomopening van de toevoervoorziening (plaats van de opening), en

6. artikel 3.73 bepaalt vanwaar de verse lucht naar een verblijfsgebied of verblijfsruimte moet worden toegevoerd en waarheen deze moet worden afgevoerd (luchtkwaliteit).

Voor de gebruiksfunctie ‘ander bouwwerk geen gebouw zijnde’ wijst de tabel van het tweede lid geen voorschriften aan. Het derde lid bepaalt dat de functionele eis evenmin op deze gebruiksfunctie van toepassing is.

In tabel 3.67 zijn artikel 3.68, tweede lid, en artikel 3.69, derde lid, geschrapt (*Stb.* 2005, 1).

1) Omdat het voorschrift nu van toepassing is op elke liftschacht, zie hierboven.

Artikel 3.68

Ventilatie is niet alleen voor een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte noodzakelijk, maar ook voor een aantal andere ruimten in een gebruiksfunctie.

Deze ruimten zijn weliswaar niet bestemd voor langdurig verblijf van mensen, maar kunnen door de aard van hun gebruik een verhoogde kans op verontreiniging of andersoortig gevaar voor de gezondheid van de gebruikers opleveren.

Dit artikel regelt de aanwezigheid van een voorziening waarmee die andere ruimten in een gebruiksfunctie langs natuurlijke of mechanische weg kunnen worden geventileerd.

Zo’n ventilatievoorziening moet er om te beginnen zijn voor gangen, trappenhuisen en dergelijke in woon- en logiesgebouwen. In deze ruimten kan zich verontreinigde lucht ophopen en kunnen onaangename geuren blijven hangen, afkomstig uit de woningen en de logiesverblijven.

Voor een liftkooi geldt dat er op een kleine oppervlakte veel mensen kunnen samenzijn.

Bij langdurig gebruik van de liftkooi, bijvoorbeeld in geval van een storing, is bij gebrek aan ventilatie de kans groot op sterke verontreiniging van de lucht in de liftkooi en kan er een hoge temperatuur ontstaan.

Ook is het nodig dat meterruimten voor gasvoorzieningen worden geventileerd om ontplofingsgevaar te voorkomen. Tenslotte is ventilatie voorgeschreven voor grote opslagruimten voor afval, teneinde de kans te beperken dat er door de opslag van grote hoeveelheden afval stankhinder in de gebruiksfunctie ontstaat.

Artikel 3.68, tweede lid, regelde de aanwezigheid van een ventilatievoorziening voor een liftkooi. Dit voorschrift is vervallen zoals toegelicht bij artikel 3.67 (*Stb.* 2005, 1).

Voor een liftschacht, wel een bouwtechnisch onderdeel, geldt dat de ventilatievoorziening gewaarborgd moet zijn. Personen in een vastzittende lift zijn dikwijls afhankelijk van via de liftschacht aangevoerde verse lucht.

Voor ‘tunnel of daarmee vergelijkbaar bouwwerk’ bevat het vijfde lid een functionele eis. Op grond hiervan kunnen burgemeester en wethouders bij de toetsing van een bouw aanvraag eisen aan de ventilatievoorziening stellen die afhankelijk zijn van de bestemming en de grootte van dat bouwwerk. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan een langgerekte tunnel, die eisen behoeft om te voorkomen dat zich daarin schadelijke gassen ophopen.

Artikel 3.69

Met dit artikel wordt beoogd dat de door de mens en door afval veroorzaakte verontreiniging en verhoging van de lucht in een gebouw op een aanvaardbaar peil worden gehouden, concentratie van ontplofbare gassen wordt voorkomen en geurstoffen in voldoende mate worden afgevoerd. Het bevat daartoe eisen aan de capaciteit van de voorziening voor luchtverversing die in het voorgaande artikel is voorgeschreven.

Artikel 3.69, derde lid, regelde de capaciteit van een ventilatievoorziening voor een liftkooi. Dit voorschrift is vervallen zoals toegelicht bij artikel 3.67 (*Stb.* 2005, 1). Het gewijzigde vierde lid, nu vernummerd tot derde lid, regelt de ventilatiecapaciteit voor 1 Was zesde lid. de liftschacht (*Stb.* 2005, 1). Deze is gebaseerd op de voormalige eis voor de liftkooi van 6 dm³/s per m². Aan de hand van ISO 4190-1:1999 (International Standard, Liftinstallation Standard) is echter bepaald wat de relatie is tussen de vloeroppervlakte van de liftkooi en van de liftschacht en vervolgens bij welke ventilatiecapaciteit van de liftschacht de ventilatiecapaciteit voor de liftkooi is gewaarborgd.

Artikel 3.70

Uit gezondheidsoogpunt is de mogelijkheid uitgesloten om de ventilatie volledig stil te leggen door afsluiting van de opening van de voorziening.

Zie voor de toelichting op de wijziging van artikel 3.70, eerste lid, de toelichting op artikel 3.67 (*Stb.* 2005, 1).

Artikel 3.71

Het voorschrift inzake de richting van de luchtstroming is gesteld om te voorkomen dat bijvoorbeeld een afvoervoorziening als toevoer gaat werken.

Artikel 3.72

Het doel van dit artikel is te bereiken dat de verontreinigde binnenlucht die uit het gebouw wordt afgevoerd niet of slechts in sterk verdunde samenstelling weer het gebouw binnenkomt.

Artikel 3.73

Dit artikel regelt allereerst voor opslagruimten voor afval en voor gemeenschappelijke verkeersruimten, dat de toevoer van verse lucht en de afvoer van binnenlucht rechtstreeks van en naar buiten plaatsvinden. In opslagruimten voor afval vloeit uit de aard van het gebruik voort dat de binnenlucht wordt verontreinigd. Een open verbinding met andere ruimten zou verspreiding van deze verontreiniging door de gebruiksfunctie tot gevolg hebben. Indien bijvoorbeeld een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte in een woongebouw in open verbinding staat met daaraan grenzende woningen, dan zouden geurstoffen zich door het gehele gebouw kunnen verspreiden, dus ook van de ene woning naar de andere woning. Ten aanzien van liftschachten voor brandweerliften is het oogmerk van het voorschrift dat deze liften in geval van brand niet onbruikbaar worden doordat er rook kan binnendringen vanuit andere ruimten.

Zie voor de toelichting op de wijziging van artikel 3.73, derde lid, de toelichting op artikel 3.67 (*Stb.* 2005, 1).

§ 3.12.2 Bestaande bouw

Artikelen 3.74 tot en met 3.78

Zie de toelichtingen op de artikelen van paragraaf 3.12.1. In aanvulling op de toelichtingen op de nieuwbouwvoorschriften valt het volgende op te merken.

Zie voor de wijziging van de functionele eis voor de luchtverversing van overige ruimten voor bestaande bouw, de toelichting op het nieuwbouw artikel 3.67 (*Stb.* 2005, 1).

In tabel 3.74 is van de artikelen 3.75 en 3.76 het tweede lid geschrapt (*Stb.* 2005, 1).

Deze leden verwezen naar de aanwezigheid en capaciteit van de luchtverversing van een liftkooi.

Artikel 3.75

Anders dan in de nieuwbouwvoorschriften is aan de luchtverversing van een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte geen eis gesteld. De reden hiervan is dat hiervoor tot dusver geen eis heeft gegolden en een verplichting om alsnog te voldoen aan zodanige eis te ver zou voeren.

Het voorschrift van artikel 3.75 is nader afgestemd met NEN 1087. Daarom is nu, evenals bij het nieuwbouwvoorschrift (artikel 3.68) sprake van een component (in plaats van ‘een voorziening’) voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht (*Stb.* 2002, 203).

Zie de toelichting op artikel 3.68 (*Stb.* 2005, 1).

Artikel 3.76

De capaciteit wordt bepaald volgens NEN 8087. Deze norm staat toe dat ook naden en kieren als ventilatievoorziening worden aangemerkt.

Zie de toelichting op artikel 3.68 (*Stb.* 2005, 1).

Bijlage 6 Voorbeelden adviesbureaus inzake ventilatie

klein:

Woonbond Kennis- en Adviescentrum Woningkwaliteit (O. van Rijsbergen), Amsterdam, 020 - 551 77 00
<http://www.wka.woonbond.nl/>

Athene Noctua Advies, Bureau voor bouw-(fysica) en binnenmilieu (K. Snepvangers), Breda, 076 - 571 19 27
<http://www.steenuilbinnenmilieuadvies.nl/>

middel:

BBA Binnenmilieu, Rotterdam, 010 – 244 7025
<http://www.binnenmilieu.nl/>

LBP | Lichtveld Buis & Partners, Nieuwegein, 030 – 23 113 77
<http://www.lbp.nl/>

moBius consult, Driebergen, Delft, 0343 – 512 886
<http://www.mobiusconsult.nl/>

Adviesbureau VanderWeele, Installatietechniek en Bouwfysica, Groningen, Rotterdam, 050 – 57 11 550
<http://www.adviesbureauvanderweele.nl/>

groot:

DWA, installatie- en energieadvies, Bodegraven, Ede, Rijssen, 0172 - 63 53 00
<http://www.dwa.nl/>

Cauberg-Huygen Raadgevend Ingenieurs BV, Amsterdam, Maastricht, Rotterdam, 's-Hertogenbosch, Zwolle, 020 – 69 67 181
<http://www.caubergghuygen.nl/>

Adviesbureau Nieman voor kwaliteitszorg en bouwfysica, Utrecht, Zwolle, Rijswijk, Eindhoven, 030 - 241 02 66
<http://www.nieman.nl/>

DGMR, Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software, Arnhem, Den Haag, Drachten, Maastricht, 026 – 351 21 41
<http://www.dgmr.nl/>

Deerns, raadgevende ingenieurs BV, installatie- en energietechniek en bouwfysica
 Rijswijk, Amsterdam, Eindhoven, Groningen, Maastricht en Nijmegen. 070 – 39 57 631
<http://www.deerns.nl/>

TNO Bouw en Ondergrond
 Delft, Utrecht, Apeldoorn, Den Helder en Rijswijk. 015 – 276 31 33, 015 – 269 69 69, 015 – 269 69 00
<http://www.tno.nl/>

Bijlage 7 Ventilatieberekening voor het aanvragen van een bouwvergunning, met een voorbeeld

Als illustratie van het tot stand komen van een ventilatieberekening staat hier een handleiding voor een installatieontwerper. De handleiding is een bewerking van het Specificatieblad I.4 - 3 van ISSO, het kennisinstituut voor de installatiesector. (<http://www.issso.nl/software/I-4-3.htm>)

Ventilatiebalans

Alvorens het ventilatiesysteem gedimensioneerd kan worden dient een ventilatiebalans voor elk van de verblijfsgebieden in de woning te worden opgesteld conform het Bouwbesluit. Hierin moeten de ventilatietoeverstromen, de ventilatieafvoerstromen en de interne ventilatiestromen betrokken worden. Voor een goede werking van het ventilatiesysteem wordt aanbevolen om de ventilatiebalans op woningniveau op te stellen, in afwijking van het Bouwbesluit (en NEN 1087) waarin bepaling op verblijfsgebiedniveau wordt gevraagd.

Bij de bepaling van de ventilatiebalans wordt de volgende werkwijze gehanteerd:

- stap 1: bepaal de oppervlakten van de verblijfsgebieden;
- stap 2: bepaal de vereiste ventilatiecapaciteit per verblijfsgebied;
- stap 3: stel de ventilatiebalans op en betrek hierin de interne ventilatiestromen, eventueel kan gebruik gemaakt worden van de “50%-regel”;
- stap 4: bepaal de benodigde afvoercapaciteit;
- stap 5: bepaal de verdeling van de ventilatiecapaciteit over de diverse verblijfsruimten, met in acht neming van de minimaal vereiste capaciteit per verblijfsruimte;
- stap 6: dimensioneer de benodigde ventilatietoevervoorzieningen en overstroomvoorzieningen.

Bij toepassing van de “50%-regel” moet men erop bedacht zijn dat er een drijvend mechanisme aanwezig moet zijn waarmee de vereiste ventilatiecapaciteit, gebruik makend van 50% binnenlucht, gehaald kan worden.

Voorbeeld: In een slaapkamer kan geen lucht vanaf de overloop worden betrokken als in de slaapkamer geen lucht wordt afgezogen. De richting van de stroming van de overloop naar de slaapkamer ligt namelijk niet vast zonder afzuiging in de slaapkamer. In die situatie moet dus alle slaapkamerlucht van buiten worden betrokken. In een slaapkamer kan de “50%-regel” dus niet toegepast worden als in de slaapkamer geen lucht wordt afgezogen.

In een woonkamer met open keuken kan wel gebruik worden gemaakt van de 50%-regel. Door de ventilatiestromen vanuit de slaapkamers via de woonkamer in de keuken af te zuigen ligt de richting van de ventilatiestroom vast. De vereiste ventilatiecapaciteit wordt zo gewaarborgd.

Bij het opstellen van de ventilatiebalans wordt uitgegaan van een luchtbalans op woningniveau, wat betekent dat de richting van interne luchtstromen door overstroomvoorzieningen vastligt. Een overstroomvoorziening kan dan niet zowel als toe- als afvoervoorziening worden gezien.

De interne volumestroom via de overstroomvoorzieningen in grote woningen kan worden beperkt door brandveiligheidseisen (zie specificatieblad II.3-3 en II.4-10) aan binnendeuren.

Reductie van verblijfsgebied

Bij de bepaling van de grootte van de verblijfsgebieden kan gebruik gemaakt worden van reductie van het verblijfsgebied. Niet alle ruimten die aan de voorwaarden voor een verblijfsgebied voldoen, hoeven aangemerkt te worden als verblijfsgebied. Dit houdt in dat de ontwerper vrij is om aan te geven welk deel van het gebouw wordt aangemerkt als verblijfsgebied, rekening houdend met de volgende randvoorwaarden:

- het verblijfsgebied moet ten minste 55% van de gebruiksoppervlakte beslaan;
- het verblijfsgebied mag niet kleiner zijn dan 24 m²;
- bij het aanmerken van ruimten als verblijfsgebied moet rekening worden gehouden met de eisen inzake ventilatie, daglicht, gevelgeluidwering e.d.;
- een verblijfsgebied hoeft niet direct begrensd te zijn door fysieke scheidingen;
- het gedeelte van de ruimte dat niet wordt aangemerkt als verblijfsgebied, wordt vaak ‘onbenoemde ruimte genoemd’

Consequenties

Bij gebalanceerde ventilatie dient de ventilatiebalans in principe opgesteld te worden op woningniveau. Indien per verblijfsgebied een regeling aanwezig is kan de balans op verblijfsgebiedniveau opgesteld worden.

Indien een motorwasemkap met een apart afvoerkanaal wordt toegepast wordt de capaciteit hiervan niet meegerekend in de ventilatiebalans. Tijdens het meten van debieten van het ventilatiesysteem dient de wasemkap uitgeschakeld te zijn.

Bepalingsmethoden

NEN 1087 “Ventilatie van gebouwen. Bepalingsmethoden voor nieuwbouw”

NEN 1087 geeft bepalingmethoden voor de richting van de stroming. Indien aan de criteria in de norm wordt voldaan, wordt geacht dat een toevoer als toevoer werkt en een afvoer als afvoer werkt.

Capaciteit

Voor een goede binnenluchtkwaliteit in de woning worden in het Bouwbesluit eisen gesteld aan de luchtverversing van een verblijfsgebied, verblijfsruimte en badruimte. Er dient een voorziening aanwezig te zijn voor de toevoer van verse lucht en de afvoer van binnenlucht. De vereiste capaciteit is samengevat in tabel B2.1.

Tabel a: Eisen Bouwbesluit aan de ventilatiecapaciteit

Ruimte	Capaciteit ventilatievoorziening
Verblijfsruimte	0,7 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm ³ /s
Verblijfsgebied	0,9 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm ³ /s
Verblijfsgebied met kooktoestel	0,9 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte met een minimum van 21 dm ³ /s
Toiletruimte	7 dm ³ /s
Badruimte	14 dm ³ /s

Onder capaciteit wordt de volumestroom verstaan die met een bepaalde ventilatievoorziening moet kunnen worden gehaald. De voorgeschreven capaciteit van 0,9 dm³/s per m² vloeroppervlakte van een verblijfsgebied is gebaseerd op een bezetting van gemiddeld één persoon per 7 m² verblijfsruimte en het feit dat het oppervlak van een verblijfsgebied gemiddeld 10% groter is dan de som van de oppervlakken van de daarbinnen gelegen verblijfsruimten. De prestatie-eis is afgeleid van een advies van de Gezondheidsraad waarin wordt geadviseerd om een minimum aan luchtverversing van 25 m³/h (= 7 dm³/s) per persoon te waarborgen. Om te waarborgen dat in het kleinst denkbare verblijfsgebied van 5 m² toch voldoende ventilatie aanwezig is, is als ondergrens een capaciteit van 7 dm³/s voorgeschreven. Deze eis zorgt er tevens voor dat een verblijfsruimte na indeling van de woning nog enige ventilatie heeft.

Grote woningen

Op basis van gelijkwaardigheid kan bij grote woningen eventueel van de Bouwbesluit-eis worden afgeweken, afhankelijk van het aantal waarvoor de woning bestemd is. Volstaan kan worden met een WTA met een capaciteit van ten minste 63 dm³/s (225 m³/h). Het toepassingsgebied en de voorwaarden hierbij zijn:

- de gelijkwaardigheid geldt uitsluitend voor woningen met gebalanceerde ventilatie;
- een gebruiksvergunning met betrekking tot een beperkte bewoning tot maximaal 6 personen moet aanwezig zijn;
- de vloeroppervlakte van het verblijfsgebied aangeduid als woonkamer moet ten minste gelijk zijn aan de som van de vloeroppervlakte van de verblijfsgebieden aangeduid als slaapkamers;
- toevoer van 7 dm³/s per persoon vindt plaats naar de verblijfsgebieden aangeduid als slaapkamers;
- overstroom vindt plaats vanuit de verblijfsgebieden aangeduid als slaapkamers naar het verblijfsgebied aangeduid als woonkamer.

Stromingsrichting

Afhankelijk van de functie van de ruimte, moet de lucht rechtstreeks van buiten komen, of rechtstreeks naar buiten worden afgevoerd. In tabel B2.2 is dit samengevat.

Tabel b: Eisen Bouwbesluit aan de hoedanigheid van ventilatielucht

Ruimte of gebied	Hoedanigheid ventilatievoorziening
Verblijfsruimte	geen eis
Verblijfsgebied	≥ 50% van de totale toevoercapaciteit direct van buiten
Verblijfsgebied met kooktoestel	≥ 50% van de totale toevoercapaciteit direct van buiten en afvoer rechtstreeks naar buiten
Toiletruimte	afvoer rechtstreeks naar buiten
Badruimte	afvoer rechtstreeks naar buiten

Voor verblijfsgebieden wordt toegestaan dat een deel van de ventilatielucht via een ander verblijfsgebied of via een verkeersruimte wordt toegevoerd. Wel dient ten minste 50% van de capaciteit van de toevoer naar de in de woning gelegen verblijfsgebieden rechtstreeks van buiten plaats te vinden (50%-regel). In juridische zin wordt hiermee naar elk van de verblijfsgebieden bedoeld.

De luchtstroming van de toevoer van verse lucht dient vanuit de toevoervoorziening naar de diverse ruimten plaats te vinden. De luchtstroming van de afvoer van binnenlucht dient plaats te vinden vanuit de diverse ruimten. Met andere woorden: een toevoer moet als toevoer werken en een afvoer als afvoer.

Voorbeeld

Opstellen van een ventilatiebalans

Ventilatieluchttoevoer

Verblijfsgebieden en verblijfsruimten	Eis conform het Bouwbesluit q_v [dm^3/s]	A_{vloer} [m^2]	A_{vloer} na Reductie [m^2]	q_v [dm^3/s]
verblijfsgebied 1	$0,9 \times A_{\text{vloer}}$ en ≥ 21 , waarvan $\geq 50\%$ direct van buiten	*)	*)	*)
woonkamer/keuken	≥ 21	*)		*)
hobby ruimte	≥ 7	*)		*)
...	≥ 7	*)		*)
verblijfsgebied 2	$0,9 \times A_{\text{vloer}}$ en ≥ 7 , waarvan $\geq 50\%$ direct van buiten	*)	*)	*)
slaapkamer 1	≥ 7	*)		*)
slaapkamer 2	≥ 7	*)		*)
...	≥ 7	*)		*)

*) Hier dient de van toepassing zijnde waarde te worden ingevuld

q_v = luchtstroomcapaciteit

Ventilatieluchtafvoer

Ruimte	Eis conform het Bouwbesluit q_v [dm^3/s]
keuken	≥ 21
badruimte	≥ 14
toilet ruimte	≥ 7
opstelplaats W.A.	≥ 7

Ventilatiebalans

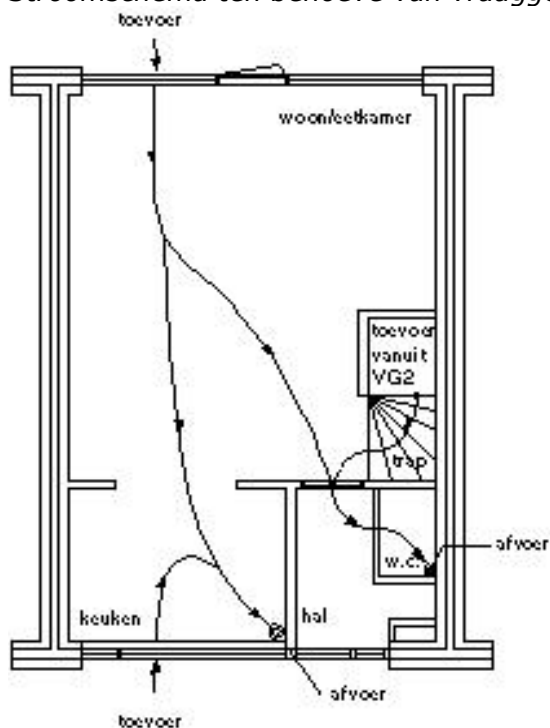
VG	Ruimte	q_v [dm^3/s]		
		hoedanigheid ventilatielucht		
		toevoer [dm^3/s]	herkomst ventilatielucht	afvoer naar buiten [dm^3/s]
1	woonkamer/keuken	*)		*)
	hobbyruimte	*)		0
	...			0
2	slaapkamer 1	*)		0
	slaapkamer 2	*)		0
	badruimte	*)		*)
	toilet ruimte	*)		*)
	totaal	**)		**)

*) Hier dient de van toepassing zijnde waarde te worden ingevuld

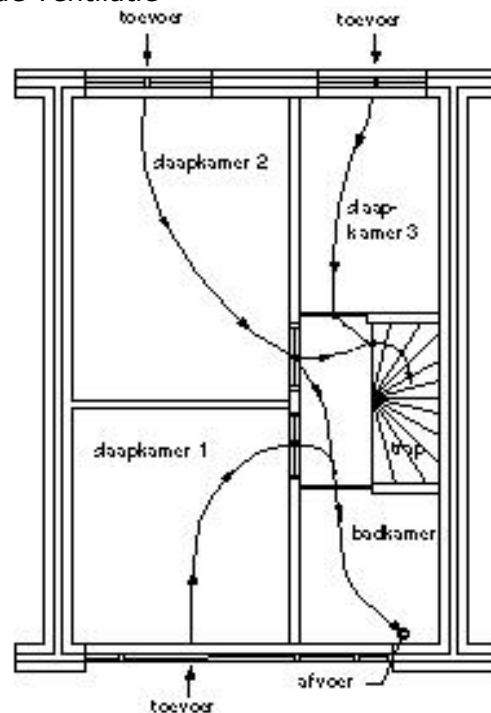
**) Hier dient de van toepassing zijnde som te worden ingevuld

VG = verblijfsgebied

Stroomschema ten behoeve van vraaggestuurde ventilatie

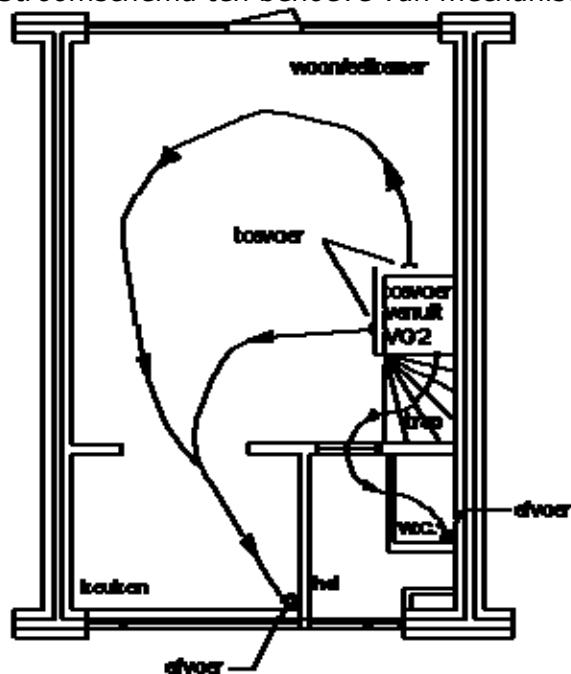


VG1: begane grond ▲ = overstroomvoorziening

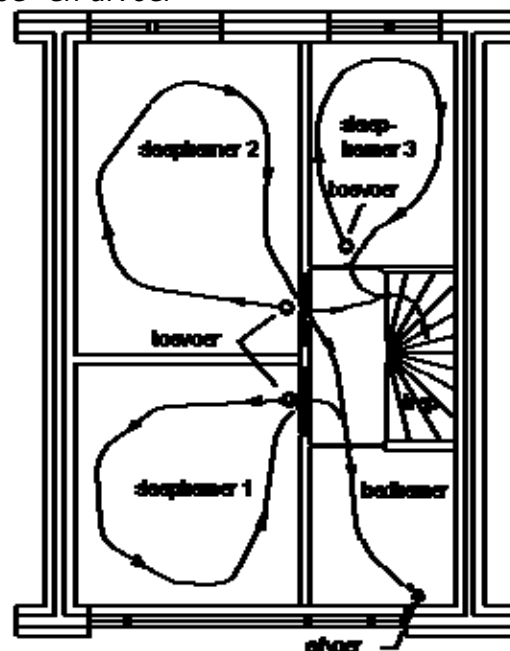


VG2: 1e verdieping ▲ = overstroomvoorziening

Stroomschema ten behoeve van mechanische toe- en afvoer



VO1: begane grond ▲ = overstroomvoorziening



VO2: 1e verdieping ▲ = overstroomvoorziening

Bijlage 8 Voorbeeldbrief behorend bij 6.4

U heeft aan ons voorgelegd dat u de volgende gezondheidsklachten hebt: U woont sinds in de huurwoning op adres Deze woning bevat een installatie voor gebalanceerde ventilatie. U vraagt ons of dit ventilatiesysteem de oorzaak kan zijn van uw klachten en welke maatregelen er genomen moeten worden. Naar aanleiding van deze vragen heeft de GGD d.d. uw woning bezocht.

Bevindingen

In uw woning hebben we gezien dat er een installatie is voor mechanische afvoer en toevoer van ventilatielucht met warmteterugwinning. De afvoer vindt plaats in keuken, toilet en badkamer. De toevoer vindt plaats in de woonkamer op de begane grond en in .. slaapkamers op de eerste verdieping. De slaapkamer op zolder heeft alleen een dakraam als ventilatievoorziening. In de keuken zit een schakelaar met drie standen. U hebt verteld dat de schakelaar meestal in stand 1 staat; hij gaat alleen op stand 3 na het douchen. U kunt zich niet herinneren dat er aan de ventilatorbox de afgelopen jaren onderhoud is gepleegd. U reinigt wel ongeveer 2 keer per jaar de filters. U hebt geen gegevens over de capaciteit van de installatie en de inregeling ervan.

We hebben de indruk dat het ventilatiesysteem in stand 2 en 3 een hinderlijk geluidniveau produceert. Ook is in die standen een duidelijke luchtstroom voelbaar ter plaatse van het bed in de ouderslaapkamer. Gezien het ontwerp van de woning kan dit bed niet buiten de inblaasstroom (worp) van de luchttoevoer staan. De toevoer in een kinderslaapkamer en de afvoer in de keuken lijken met de rookproef onvoldoende lucht in beweging te zetten, zelfs in de standen 2 en 3.

Uit een rookproef bleek tevens dat de toegevoerde lucht in de woonkamer direct verdween onder de deur door, zonder goed te mengen in de hele ruimte.

De filters in de ventilatorbox zijn zichtbaar verontreinigd. De box maakt zelf opvallend veel geluid.

In de zolderkamer is waarschijnlijk onvoldoende ventilatiecapaciteit aanwezig voor een slaapkamer. In de bouwvergunning staat vermoedelijk niet dat deze kamer als slaapkamer bedoeld is. Bij de bouw bestaat dan geen wettelijke plicht om daar betere ventilatievoorzieningen aan te brengen.

Conclusie

Uw gezondheidsklachten kunnen het gevolg zijn van mogelijk aanwezige tekortkomingen van het ventilatiesysteem, maar daarover valt geen zekerheid te geven.

Advies

We raden u aan om de schakelaar in de keuken op ten minste stand 2 te zetten wanneer er iemand thuis is. Maar strikt genomen hoeft de ventilatie alleen in stand 3 te voldoen aan de wettelijke voorschriften.

We raden u aan om de zolderkamer alleen te gebruiken om te slapen, spelen werken, enzovoort wanneer het dakraam ten minste een handbreed (8 cm) open staat. En smallere kier is voldoende wanneer het erg winderig of koud weer is.

We adviseren u over de mogelijke tekortkomingen van het ventilatiesysteem met de verhuurder te overleggen om te laten onderzoeken of het ventilatiesysteem voldoet aan de wettelijke eisen en de voorwaarden voor een redelijk woongenot. We denken daarbij met name aan ventilatiecapaciteit, geluid en tocht. De mogelijke tekortkomingen kunnen ook aanwezig zijn in soortgelijke woningen bij u in de buurt. Het kan gunstig zijn als het onderzoek in verscheidene huizen tegelijk wordt uitgevoerd.

Wanneer dit niet leidt tot een bevredigend resultaat kunt u opnieuw contact met ons opnemen, of met de afdeling Bouw- en Woningtoezicht.

Wij zenden een afschrift van deze brief aan Bouw- en Woningtoezicht en aan de beleidsmedewerker Volksgezondheid.

Bijlage 9 Opmeten roosters en ramen

Het oppervlak van de opening inclusief het oppervlak van de open zijkant is te gebruiken om de capaciteit te berekenen (zie paragraaf 5.4.7). Dit hulpmiddel is gewijzigd op basis van de ééndagsmethode. De spreadsheet van de ééndagsmethode is niet geschikt voor het beoordelen van ventilatievoorzieningen van woningen.

Rooster

In directe verbinding met buitenlucht: *ja/nee*

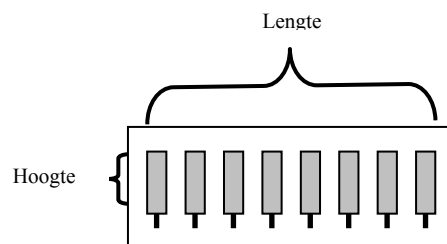
Afstand tussen onderkant en vloer:

Lengte:

Hoogte:

Geschat percentage zonder openingen ('pilaren'):

Aantal:



Schuifraam

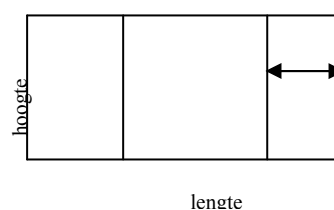
In directe verbinding met buitenlucht: *ja/nee*

Afstand tussen onderkant en vloer:

Lengte:

Hoogte:

Aantal:



Klepraam

Opent naar: *buiten*

In directe verbinding met buitenlucht: *ja/nee*

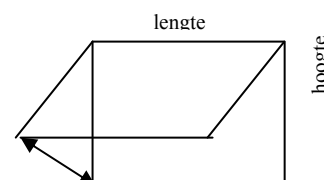
Afstand tussen onderkant en vloer:

Lengte:

Hoogte:

Maximale opening:

Aantal:



Kiepraam

Opent naar: *binnen*

In directe verbinding met buitenlucht: *ja/nee*

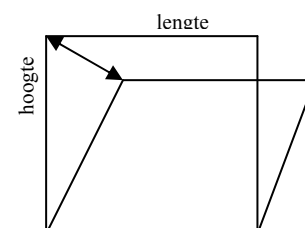
Afstand tussen onderkant en vloer:

Lengte:

Hoogte:

Maximale opening:

Aantal:



Draairaam

Opent naar: *binnen / buiten*

In directe verbinding met buitenlucht: *ja/nee*

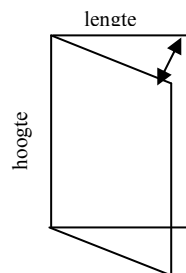
Afstand tussen onderkant en vloer:

Hoogte:

Lengte:

Max. opening:

Aantal:



Draai-kiepraam

Opent naar: *binnen*

In directe verbinding met buitenlucht: *ja*

Afstand tussen onderkant en vloer:

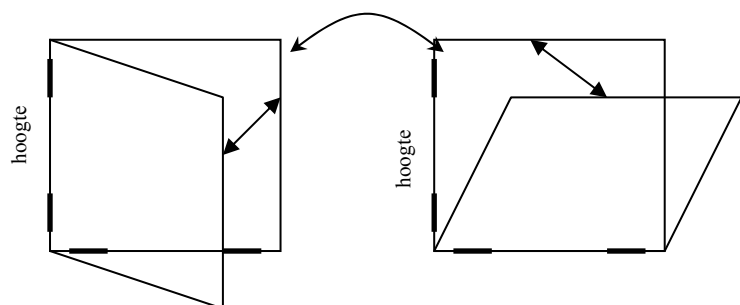
Lengte:

Hoogte:

Maximale opening in kiepstand:

Vast te zetten kleinste opening in draaistand

Aantal:



Tuimelraam

In directe verbinding met buitenlucht: *ja/nee*

Opent naar: *buiten en binnen*

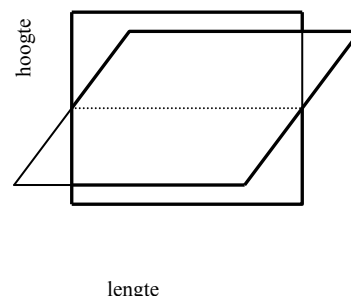
Afstand onderkant tot vloer:

Lengte:

Hoogte:

Vast te zetten opening:

Aantal:



Deur

In directe verbinding met buitenlucht: *ja / nee*

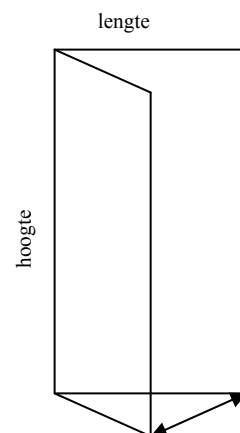
Spleet onder deur: cm

Rooster in deur: *ja / nee*

Zo ja, lengte van rooster :

breedte van rooster:

Aantal van deze deuren:



Bijlage 10 Overzicht van aandachtspunten en criteria bij het beoordelen van ventilatie en ventilatievoorzieningen

De volgende aandachtspunten en criteria zijn ontleend aan hoofdstuk 4 en 5. Met verwijzingen naar de uitgebreide tekst zijn ze hier bij elkaar gezet als snelle geheugensteun.

Per telefoon

vragen over gezondheid (§ 5.2.1)

- het begin, de aard en de ernst van de klachten
- de continuïteit van de klachten tijdens verblijf elders
- de aanwezigheid van overeenkomstige klachten bij medebewoners
- de aanwezigheid van overeenkomstige klachten in soortgelijke woningen
- de mate waarin de bewoners het probleem kunnen hanteren

vragen over het ventilatiesysteem (§ 5.2.2)

- systeem A, B, C of D

vragen over de woning (§ 5.2.2)

- bouwjaar
- latere kierdichting
- onderhoud van mechanische ventilatie
- inregelrapporten van mechanische ventilatie
- geur, condens, schimmel
- bijzondere bronnen van verontreiniging
- huur of koop

vragen over bewoning (§ 5.2.2)

- aantal bewoners

vragen over gebruik van het ventilatiesysteem (§ 5.2.3)

- Zijn alle ventilatievoorzieningen bruikbaar?
- Worden alle voorzieningen gebruikt?
- Hoe lang wordt elke voorziening gebruikt?
- Hoe ver staan de voorzieningen meestal open of op welke schakelstand staan ze?
- Op welke momenten verandert de gebruiker dat?
- Zou de gebruiker het anders willen doen?
- Wat weerhoudt hem ervan om het anders te doen?

Per mail/schriftelijk

opvragen gegevens over capaciteit en richting (§ 5.3)

- criteria in § 4.2.5 en in Tabel 4.1 en 4.2

Tabel 4.1 Wettelijk vereiste minimum capaciteit van het ventilatiesysteem

	<i>eis in Bouwbesluit</i>	<i>komt overeen met</i>
Toilet	$\geq 7 \text{ dm}^3/\text{s}$	$\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$
Badkamer	$\geq 14 \text{ dm}^3/\text{s}$	$\geq 50 \text{ m}^3/\text{h}$
Keuken	$\geq 21 \text{ dm}^3/\text{s}$	$\geq 75 \text{ m}^3/\text{h}$
Verblijfsgebied <i>(geldt alleen voor nieuwbouw)</i>	$\geq 0,9 \text{ dm}^3/\text{s per m}^2$	$\geq 3,24 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
Verblijfsruimte	$\geq 0,7 \text{ dm}^3/\text{s per m}^2$	$\geq 2,52 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
kleine verblijfsruimten en verblijfsgebieden	$\geq 7 \text{ dm}^3/\text{s}$	$\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$
In bestaande bouw tellen naden en kieren ook mee bij het berekenen van de capaciteit.		
Overstroomvoorziening: tussen toevoer en afvoer moet voldoende open verbinding bestaan. De capaciteit daarvan moet even groot zijn als de voorgeschreven capaciteit van de ventilatievoorzieningen. Een overstroomopening van 12 cm^2 wordt geacht een capaciteit te hebben van $1 \text{ dm}^3/\text{s}$. Voorbeeld: onder of boven de deur van het toilet moet dus een kier zitten van ruim een centimeter, of het moet een niet-hermetisch sluitende opdekdeur zijn.		

Tabel 4.2 Wettelijke eisen gesteld aan de richting en de kwaliteit van ventilatiestromen

• Er is een toevoer en er is een afvoer in ieder verblijfsgebied, verblijfsruimte, toilet en badkamer. (In bestaande bouw geldt dit niet voor een verblijfsgebied.) • De toevoer werkt als toevoer en de afvoer werkt als afvoer. • De toevoercapaciteit in een verblijfsgebied moet in nieuwbouw voor > 50% rechtstreeks van buiten komen. (De andere 50% mag afkomstig zijn van een ander verblijfsgebied of gang in dezelfde woning. De toevoer van een toilet en van een badkamer mag helemaal van een verblijfsgebied of gang komen.) • Ook in een keuken in nieuwbouw moet de toevoercapaciteit voor > 50% rechtstreeks van buiten komen. • De luchtafvoer uit toilet en badkamer moet in alle woningen direct naar buiten plaatsvinden. Direct betekent: niet via een overstroomvoorziening naar een andere ruimte, ook niet naar een gang. • Uit een keuken moet ten minste $21 \text{ dm}^3/\text{s}$ direct naar buiten afgevoerd kunnen worden, ook in bestaande woningen.
--

opvragen gegevens over toevoerfilters? (§ 4.3.6)

- criteria in paragraaf 5.4.2

Op hoogbelaste locaties: ten minste een F7 filter zonder polyester-vezels.

Een combinatie met een elektrostatisch filter of een F9-filter is gunstig.

De filters moeten ten minste maandelijks frequent worden gereinigd en 2 maal per jaar vervangen.

Huisbezoek

Bruikbaarheid van ventilatievoorzieningen (§ 5.4.1)

Is de buitenlucht schoon? (§ 5.4.2)

- criteria in Tabel 5.2

Tabel 5.2 Criteria voor beoordeling van de luchtinlaat in relatie tot de kwaliteit van de buitenlucht

Op >100 meter van een weg met meer dan 10.000 motorvoertuigen/etmaal.
Op >100 meter van een rijksweg en bij voorkeur op > 300 m.
Bij druk verkeer de inlaat zo hoog mogelijk en zover mogelijk van het verkeer verwijderd.
Op > 6 m van een uitstroomopening van ventilatielucht, rookgasafvoer en rioolontluchting.

Zijn de ventilatievoorzieningen veilig, gemakkelijk en inzichtelijk? (§ 5.4.3)

- criteria in Tabel 5.3 en 5.4

Tabel 5.3 Criteria voor veiligheid van ventilatievoorzieningen

Klepramen, kiepramen of tuimelramen
Raamopeningen < 15 cm eventueel d.m.v. spijlen
Gladde strook van 15 cm onder laaggelegen ventilatieopeningen
Roosters met horrengaas

Tabel 5.4 Criteria voor bedieningsgemak

- binnen handbereik
- lichtlopend
- ramen in veel standen vast te zetten
- gekozen stand van roosters is zichtbaar
- bediening mechanische ventilatie zowel de keuken als de badkamer

Zijn er obstakels die de luchtstroom belemmeren? (§ 5.4.4)

- criteria in Tabel 5.5

Tabel 5.5 Criteria voor vrije ruimte

	toevoer		afvoer	
	buitenzijde	binnenzijde	binnenzijde	buitenzijde
systeem:	afstand in meters	afstand in meter	afstand in meter	afstand in meter
natuurlijk	± 10	± 0,5	± 0,1	± 0,5
mechanisch	± 0,1	± 0,5	± 0,1	± 0,5
overstroom	-	± 0,1	± 0,1	-

Komt er teveel geluid uit de ventilatievoorzieningen? (§ 5.4.5)

- criteria in Tabel 5.6

Tabel 5.6 Criteria voor geluid van en via ventilatievoorzieningen tijdens het ventileren

<i>in dB(A)</i>	<i>streefniveau voor geluid van eigen mechanische ventilatie binnen de woning</i>	<i>acceptabel niveau voor geluid van eigen mechanische ventilatie binnen de woning</i>	<i>acceptabel niveau voor geluid via de gevel inclusief voorzieningen voor natuurlijke ventilatie</i>
slaapkamers	< 20	< 25	< 35
woonkamer	< 25	< 30	< 40

Komt er tocht uit de ventilatievoorzieningen? (§ 5.4.6)

- criteria in Tabel 5.7 en 4.3

Tabel 5.7 Criteria voor luchtsnelheid in de leefzone met de ventilatie in de stand met de vereiste capaciteit

< 0,1 m/s: goed
< 0,2 m/s: acceptabel
> 0,2 m/s: voldoet niet aan het Bouwbesluit

Tabel 4.3 Begrenzing van de leefzone volgens NEN 1087

Als leefzone geldt het deel van een verblijfsgebied: • vanaf 0,5 m van een buitenwand, • vanaf 0,2 m van een binnenwand, • - vanaf 0,1 m tot aan 1,80 m boven de vloer.

Zijn de ventilatievoorzieningen rein en reinigbaar? (§ 5.4.7)

- criteria in Tabel 5.8

Tabel 5.8 Criteria voor reinheid, reiniging en reinigbaarheid

Roosters en een mechanisch toevoersysteem dienen visueel schoon te zijn, ook van binnen. Bij een mechanisch ventilatiesysteem dient een logboek aanwezig te zijn waaruit blijkt dat professionele reiniging van inwendige delen die de bewoner niet kan bereiken, vaak genoeg is uitgevoerd. Roosters en mechanische ventilatiesystemen dienen gemakkelijk reinigbaar te zijn. De filters zijn eenvoudig bereikbaar en te vervangen.

Werking van ventilatievoorzieningen (§ 5.4.9)

Rookproef

- Wat is de richting van luchtstroom?
- Zit een lek in ventilatievoorziening of vloer, enzovoort?
- Is er kortsluiting tussen ventilatievoorzieningen?

Werking van rooster voor natuurlijke ventilatie in wand of plafond van oudere woning

<i>gemeten debiet tijdens normale weersomstandigheden</i>	<i>oordeel over werking</i>
< 15 m ³ /uur	slecht
15-25 m ³ /uur	redelijk
> 25 m ³ /uur	goed

Hoeveel wordt er geventileerd en hoeveel kan er geventileerd worden?

Wat is de feitelijke luchtverversing?

- criteria in Tabel 5.3 en 5.4

Wat is capaciteit van de mechanische ventilatie?

- criteria in Tabel 5.5

Wat is capaciteit van de natuurlijke ventilatie?

- criteria in Tabel 5.6

Tabel 5.14 Overzicht van methoden voor het meten van ventilatie en ventilatiecapaciteit

Situatie	onderzoeksmethode	omrekenen	criteria
feitelijke luchtverversing			
beoordelen of ventilatie tekortschiet	monitoren CO ₂	afleiden P98	tabel 5.9
beoordelen ventilatie in verschillende ruimten	tracergas	berekenen gemiddelde luchtverversing	tabel 5.10
capaciteit van mechanische ventilatie			
passende debietmeter	meten luchtstroom in hoogstand	-	tabel 5.11
geen passende debietmeter	meten afname van CO ₂ tijdens hoogstand	berekenen maximale luchtverversing	tabel 5.11
capaciteit van natuurlijke ventilatie			
Optimaal	meten openingen	-	tabel 5.12
met obstakel	meten openingen	-	tabel 5.12
Optimaal	meten openingen	optimale capaciteit berekenen volgens tabel 5.8	tabel 5.11
met obstakel	meten openingen	conservatieve berekening van capaciteit volgens tabel 5.8	tabel 5.11

Tabel 5.8 Te verwachten luchtstroom in opening bij standaard weer (in m/s)

	<i>conservatief</i>	<i>optimistisch</i>
Dwarsventilatie	0,4	2,5
geen dwarsventilatie	0,1	0,625

Tabel 5.9 Gezondheidskundige criteria voor feitelijke ventilatie, rekening houdend met bronnen binnenshuis

<i>CO₂-gehalte in ppm</i>	<i>geen andere bronnen dan aanwezige personen</i>	<i>andere bronnen aanwezig</i>
< 500	zeer goed	waarschijnlijk goed
500-750	goed	mogelijk goed
750 – 1000	minder goed	mogelijk voldoende
1000-1200	voldoende	twijfelachtig
> 1200	onvoldoende	onvoldoende

Tabel 5.10 Gezondheidskundige criteria voor feitelijke ventilatie, rekening houdend met bronnen binnenshuis

<i>delta-CO₂-gehalte (gehalte binnen – buiten) in ppm</i>	<i>ventilatieluchtstroom per persoon</i>		<i>geen andere bronnen dan aanwezige personen</i>	<i>andere bronnen aanwezig</i>
	<i>in L/s</i>	<i>in m³/h</i>		
< 100	19	70	zeer goed	waarschijnlijk goed
100-350	14	50	goed	mogelijk goed
350 – 600	10	36	minder goed	mogelijk voldoende
600-800	7	25	voldoende	twijfelachtig
> 800	< 7	> 25	onvoldoende	onvoldoende

Tabel 5.11 Gezondheidskundige criteria voor ventilatiecapaciteit van ruimten in woningen

bij afwezigheid van personen	ventilatievoud > 0,1/uur
bij aanwezigheid van personen zonder sterke andere bronnen	> 25 m ³ /h per persoon
bij aanwezigheid van personen tegelijk met sterke andere bronnen	36-70 m ³ /h per persoon
bij aanwezigheid van extra gevoelige personen	50-70 m ³ /h per persoon

Tabel 5.12 Voor diverse debieten benodigde opening (in cm²) voor natuurlijke ventilatie

<i>gewenst debiet</i>	<i>optimaal</i>		<i>conservatief</i>	
	<i>dwarsventilatie</i>	<i>geen dwarsventilatie</i>	<i>dwarsventilatie</i>	<i>geen dwarsventilatie</i>
25 m ³ /h	30	110	175	700
36 m ³ /h	40	160	250	1000
50 m ³ /h	60	220	350	1400
70 m ³ /h	75	310	490	1950

Bijlage 11 Ventilatievoud af te leiden uit dalingssnelheid van CO₂

ACH [1/uur]		tijdsinterval van meten [minuten]															
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
quotiënt																	
CO ₂ -concentratie na aftrek van de concentratie buiten; quotiënt van t2 ten opzichte van t1 [ppm] Dit is: [(concentratie binnen t2 - concentratie buiten) / concentratie binnen t1 - concentratie buiten]	0,20	6,4	4,8	3,9	3,2	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
	0,22	6,1	4,5	3,6	3,0	2,6	2,3	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
	0,24	5,7	4,3	3,4	2,9	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
	0,26	5,4	4,0	3,2	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9
	0,28	5,1	3,8	3,1	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8
	0,30	4,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8
	0,32	4,6	3,4	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
	0,34	4,3	3,2	2,6	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
	0,36	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
	0,38	3,9	2,9	2,3	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
	0,40	3,7	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
	0,42	3,5	2,6	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
	0,44	3,3	2,5	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
	0,46	3,1	2,3	1,9	1,6	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
	0,48	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
	0,50	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
	0,52	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
	0,54	2,5	1,8	1,5	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
	0,56	2,3	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
	0,58	2,2	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
	0,60	2,0	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
	0,62	1,9	1,4	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
	0,64	1,8	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
	0,66	1,7	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
	0,68	1,5	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	0,70	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
	0,72	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	0,74	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	0,76	1,1	0,8	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	0,78	1,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	0,80	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	0,82	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	0,84	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,86	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,88	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,90	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,92	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,94	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,96	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,98	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

ACH	<i>legenda</i>	
		groter of gelijk aan 1,5
		groter of gelijk aan 1,0 en kleiner dan 1,5
		groter of gelijk aan 0,8 en kleiner dan 1,0
		groter of gelijk aan 0,5 en kleiner dan 0,8
		kleiner dan 0,5

G. Meijer
R. van Schie

Toelichting bij de tabel.

Eerst dient men de CO₂-concentratie buiten af te trekken van de concentratie binnen op t_1 en t_2 . Als de t_1 hoog is dan kan veilig worden aangenomen dat de concentratie buiten 400 ppm is. Dat levert de t_1 binnen – buiten en t_2 binnen – buiten.

Deel vervolgens de t_2 binnen – buiten door t_1 binnen – buiten. De uitkomst is op te zoeken links in de tabel

Boven in de tabel is de tijd te kiezen van het interval tussen t_1 en t_2 .

Uit de tabel is dan de ventilatievoud ACH (Air Changes per Hour) af te lezen.

Voorbeeld

In een uur daalt de gemeten CO₂-concentratie van 2400 naar 1400 ppm. Dat is 2000 resp. 1000 boven het achtergrondniveau van 400 ppm. Het quotiënt is $1000/2000 = 0,5$. In de tabel is af te lezen dat het ventilatievoud 0,7/h is.

Het ventilatievoud vermenigvuldigd met het luchtvolume van de betreffende ruimte levert luchtverversing.

Als de mechanische ventilatie in de hoogstand stond tijdens de meting, dan is de luchtverversing ongeveer gelijk aan de capaciteit.

Gezondheidkundige criteria voor het beoordelen van de capaciteit van ventilatievoorzieningen staan in paragraaf 5.5.2

De criteria voor capaciteit zijn niet direct om te zetten in criteria voor het ventilatievoud, Maar een laag ventilatievoud betekent vaak wel een te lage capaciteit. Daarom zijn in de tabel de lage ventilatievouden op een rode achtergrond geplaatst. Rood betekent niet onvoldoende maar: let op!

Voorbeeld

Een ruimte met een oppervlakte van 30 m² en een hoogte van 2,4 m heeft een inhoud van 72 m³. Als daar het ventilatievoud van 0,7/h bedraagt, dan is de luchtverversing $0,7 \times 72 = 50,4$ m³/h. Volgens tabel 5.11 is dit net genoeg voor 2 niet-gevoelige personen zonder andere sterke bronnen van verontreiniging. Met deze ventilatie is een dergelijke ruimte niet geschikt als woonkamer van een gezin. Volgens het Bouwbesluit zou in deze verblijfsruimte de ventilatiecapaciteit ten minste 76 m³/h moeten te zijn.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl