

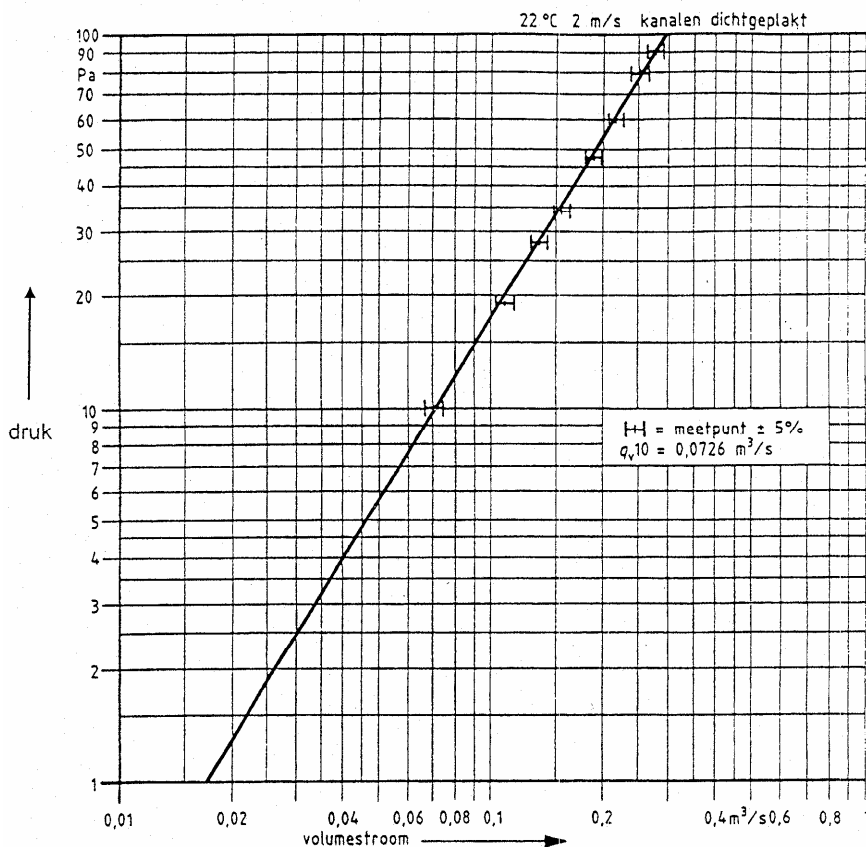
Luchtdichtheid van woningen (2)

Kennisbank Bouwfysica

Dictaat ct 4220 Bouwfysica II, TU-Delft Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen,
samengesteld door prof.ir. J.J.M. Cauberg

1 Meetmethode

De meetmethode is omschreven in NEN 2686 "Luchtdoorlatendheid van gebouwen - Meetmethode". De meetmethode van de luchtdoorlatendheid berust erop, dat een woning (of gebouw) door middel van een ventilator op onder- of overdruk wordt gebracht. Bij een aantal verschillende drukverschillen over de gebouwschil wordt de luchtvolumestroom gemeten die nodig is om het drukverschil te handhaven (zie figuur 1). Door de gemeten drukverschillen met bijbehorende volumestromen grafisch uit te zetten kan de drukvolumestroomkarakteristiek worden bepaald. Uit deze karakteristiek kan de lek volumestroom bij 10 Pa ofwel de q_{v10} -waarde worden afgelezen. Uit de figuur volgt $q_{v10} = 0,07 \text{ m}^3/\text{s} = 70 \text{ dm}^3/\text{s}$.



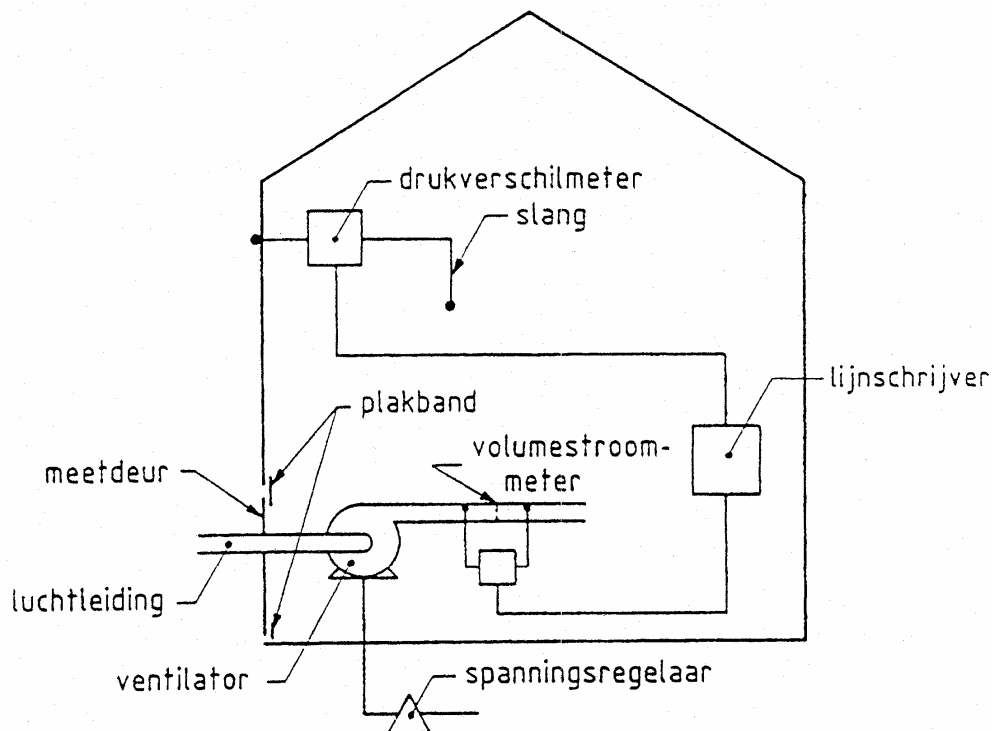
figuur 1. drukvolumestroomkarakteristiek van een woning

Ook is de stromingscoëfficiënt te bepalen uit:

$$n = \frac{\log q_2 - \log q_1}{\log p_2 - \log p_1} =$$

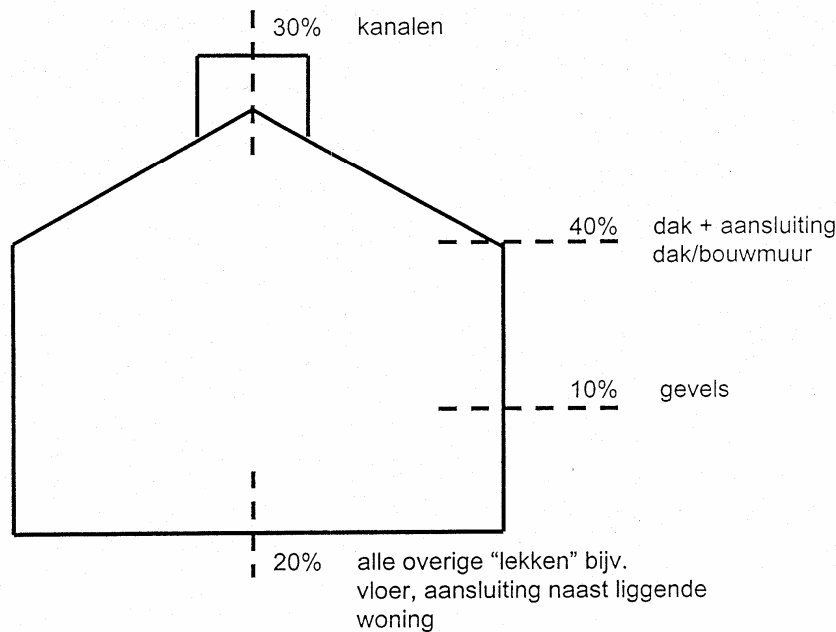
$$\frac{\log 0,3 - \log 0,007}{\log 100 - \log 10} = 0,64 \quad (1)$$

Figuur 2 geeft de meetopstelling voor het bepalen van de luchtdoorlatendheid.



figuur 2. opstelling van de meetapparatuur voor luchtdoorlatendheidsmeting bij woningen

Bij een meting wordt vaak niet alleen kwantitatief de q_{v10} -waarde bepaald, maar ook wordt kwalitatief gekeken waar de lekken in de scheidingsconstructies zich bevinden. Dit gebeurt door de woning op grote overdruk te brengen en door middel van rookpatronen te kijken op welke plaatsen de rook door de constructies weglekt. Figuur 3 geeft een indruk van de verdeling van de luchtdichtheid over de verschillende bouwdeelen van eengezinswoningen met vooral de zwakke plekken: de dakdetails en de begane grondvloer (kruipruimteluik, doorvoeringen van leidingen) en deuren.



figuur 3. voorbeeld van de verdeling van de luchtdichtheid over de buitenomwanding van een eengezinswoning

2 Rekenmethode voor de luchtdichtheid

De prestatie-eis ten aanzien van de luchtdoorlatendheid van woningen en woongebouwen is gegeven als een maximaal toelaatbare q_{v10} -waarde. Echter, de bepalingsmethode is gebaseerd op controle achteraf. Berekening vooraf heeft het voordeel dat een inzicht verkregen wordt of de gestelde eis daadwerkelijk haalbaar is en welke aanvullende maatregelen nodig zijn.

De SBR-publicatie "Referentiedetails woningbouw" geeft een berekeningsmethode om de luchtvolumestroom bij een genormd drukverschil van 10 Pa te berekenen. De methode maakt gebruik van een aantal vaste gegevens ten aanzien van de luchtdoorlatendheidscoëfficiënt van aansluitdetails.

In de rekenmethode wordt uitgegaan van twee luchtdichtheidskwaliteiten. Klasse 1 gaat uit van een normale, zorgvuldige detaillering en uitvoering in de bouw. Klasse 2 is gebaseerd op een verdergaande ontwerp- en uitvoerings aandacht zoals bij toepassing van gebalanceerde ventilatie en luchtverwarming nodig is. Ook kan in verband met het bereiken van de in het Bouwbesluit voorgeschreven Energie Prestatie Coëfficiënt een verdere beperking van de luchtdoorlatendheid gewenst zijn.

Aan de berekening van de q_{v10} waarde ligt ten grondslag.

$$q_{v10} = C \Delta P^n \quad (2)$$

Met:

C	gesommeerde luchtdoorlatendheidscoëfficiënt in $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{Pa}^n)$
ΔP	genormd drukverschil = 10 Pa
n	stromingsexponent

Voor "n" wordt een forfaitaire waarde aangehouden van 0,625 zijnde de gemiddelde waarde van de naden en kieren die in de Nederlandse woning voorkomen.
Zodoende gaat (2) over in $q_{v10} = 4,22 C$

De totale luchtdoorlatendheidscoëfficiënt C wordt berekend door de lengte of het oppervlak van alle details te vermenigvuldigen met de bijbehorende partiële luchtdoorlatendheidscoëfficiënt a en deze te sommeren:

$$C = \sum I_j * a_j \quad (3)$$

Met:

I_j lengte of oppervlak van detail j in m resp. m^2
 a_j partiële luchtdoorlatendheidscoëfficiënt van detail j in $dm^3/s.m.Pa^n$

De lengte van de details tussen de verschillende constructie-onderdelen dient voor de gehele buitenschil van de woning bepaald te worden.

Zo dient voor ramen en deuren in rekening te worden gebracht:

- de naad tussen kozijn en aansluitende gevelconstructie;
- de kieren tussen de bewegende delen en het kozijn;
- naden tussen het glas en het kozijn (alleen bij droge beglazingssystemen).

In tabel 1 zijn verschillende aansluitingen met de bijbehorende a-waarde gegeven.
Voor het bepalen van de luchtdoorlatendheid van de woning dienen ook meegerekend te worden:

- afvoerkanaal van een open haard (met gesloten klep);
- ventilatievoorzieningen in gesloten toestand;
- brievenbus in gesloten toestand.

NB: volgens de eisen aan de inrichting van ventilatievoorzieningen, gesteld in NEN 1087, mag de ventilatievoorziening in gesloten toestand niet meer doorlaten dan ten hoogste 10% van de nominale capaciteit. Dit betekent dat de a-waarde maximaal 10% van de nominale capaciteit mag bedragen. In verband met het relatief grote aandeel van deze lekken worden voor zowel klasse 1 als klasse 2 strengere eisen ten aanzien van de a-waarden voor ventilatie-openingen aanbevolen.

De niet-afsluitbare luchttoevoer- en luchtafvoervoorzieningen ten behoeve van gastoestellen worden niet meegerekend; bij de meting van de luchtdichtheid worden ze ook afgeplakt. De naden rond de toevoer- en afvoerornamenten worden wel meegerekend.

In het Bouwbesluit worden uit oogpunt van gezondheid aparte eisen gesteld aan de luchtdichtheid van begane grondvloeren. De luchtdoorlatendheid mag niet hoger zijn dan $20 \cdot 10^{-3} dm^3/m^2s$ bij een drukverschil van 1 Pa. In de berekeningsmethode wordt daarom voor de totale begane grondvloer dan ook met één a-waarde per m^2 gerekend, namelijk: klasse 1: $0,02 dm^3/m^2s Pa^n$, respectievelijk klasse 2: $0,015 dm^3/m^2s Pa^n$.
Doorvoeren in begane grondvloeren zijn in deze waarde verdisconteerd.

detail nr.	omschrijving detail	a-waarde in $\text{dm}^3/\text{sm Pa}^n$ voor de luchtdichtheidsklasse	
		1	2
1	dakvoet	0,10	0,05
2	nok	0,20	0,10
3	naden tussen kozijnen en gevelconstructie	0,05	0,025
4	naden tussen dakramen en dakconstructie	0,10	0,05
5	naden tussen dakplaten en bouwmuur	0,10	0,05
6	naden tussen dakplaten onderling	0,01	0,005
7	naden tussen gevelconstructie en bouwmuur	0,01	0,01
8	naden tussen gevelconstructie en vloeren	0,02	0,01
9	draaiende delen in kozijnen (doorgaande kaderdichting, knevelend hang- en sluitwerk)	0,15	0,12
9a.	draaiende delen in kozijnen (geen kaderdichting, wel tochtprofielen en knevelend hang- en sluitwerk)	0,20	0,15
10.	openingen in begane grondvloer (doorvoeren) $44,1 \text{ m}^2 \times 0,02 \text{ dm}^3/\text{s.Pa}^n$.	0,88	0,66
11.	openingen in dakconstructie (doorvoeren) 53 cm^2	7,42	1,40

tabel 1. spleetkwaliteit voor diverse constructies

3 Luchtdicht bouwen

Luchtdicht bouwen betekent dat zowel bij de detaillering als bij de uitvoering aandacht besteed moet worden aan de naden en kieren, zoals:

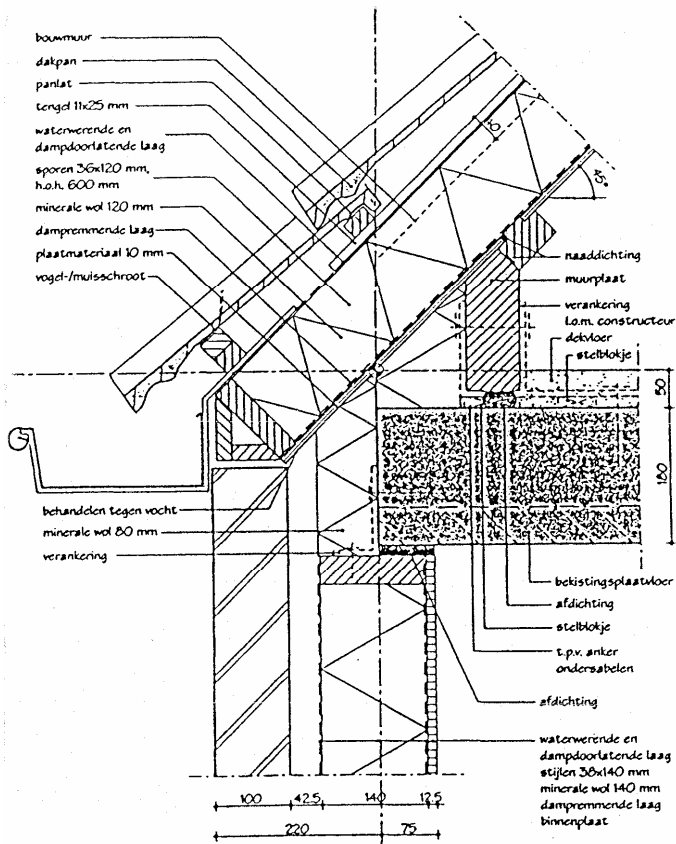
- kierdichting van ramen en deuren;
- aansluitingen tussen kozijnen en gevels;
- aansluitingen van daken op gevels en bouwmuren;
- daknokken;
- dakdoorvoeren;
- vloerdoorvoeren.

De SBR-publicatie "Referentiedetails woningbouw" geeft bij de details duidelijk de vereiste afdichtingen aan (zie figuur 4). Als afdichting wordt onder andere gebruik gemaakt van in situ polyurethaanschuim, kurkrubberpasta, kit, cellenband, droge specie, instortbuizen. Bij het gebruik van deze materialen moet goed gekeken worden of ze wel voor de gedachte toepassing een duurzaam resultaat opleveren.

Hierbij zijn de onderstaande aspecten van belang:

- is de voeg schoon, droog, vetvrij;
- de verwachte werking van de voeg;
- de bereikbaarheid, vooral bij hoeken.

In tabel 2 is een overzicht van afdichtingsmateriaal in relatie tot de "kwaliteit" van de voeg gegeven.



figuur 4. detail met aandacht voor luchtdichtheid

type voeg	voegbreedte in mm	afdichtingsmateriaal
vlakke, evenwijdige voeg	3 – 15	gesloten cellenband
	6 – 30	kunstrubber profiel
	5 – 8	alu profiel
niet te ruwe, licht ongelijkmatige voeg	5 – 30	kurkrubberpasta
	2 – 15	kit
	3 – 20	compressieband
ruwe ongelijkmatige voeg	5 – 25	kitommantelde schuimband
	5 – 30	pur
	2 – 40	droge specie

tabel 2. voegafdichtingsmateriaal als functie van de kwaliteit van de voeg