

Dräger



ABEK filters @_work

Dordrecht / 25-09-2025 / Hans van Moolenbroek

Even voorstellen...

2022 - heden	Arbeidshygiënist
2015 - 2022	Hoofd Academy
2009 - 2015	Coördinator Academy
2007 - 2009	Docent Academy

Nevenfuncties

2023 – heden	AGS VRR
2009 – heden	Lid diverse landelijke werkgroepen en commisies rondom adembescherming en gasdetectie.



Inhoudsopgave



1

Introductie



2

Actiefkool
A-gassen



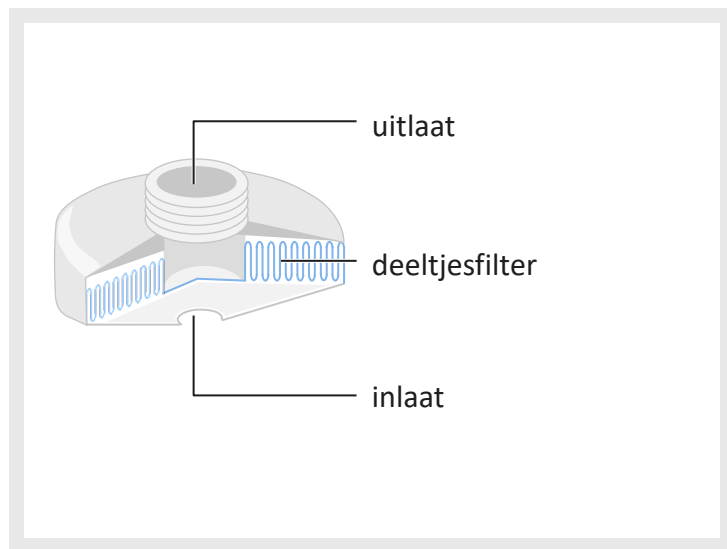
3

de BEK
impregnatie

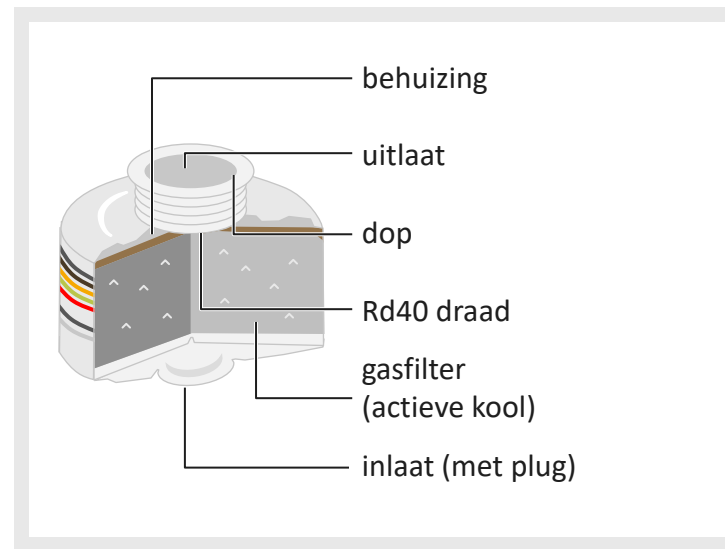
01 Introductie

Gebruikelijke filtertypen

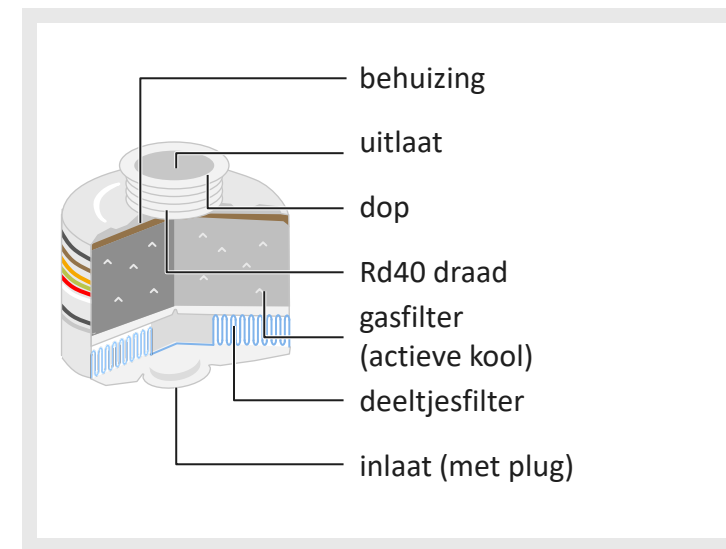
Deeltjesfilter



Gasfilter



Combinatiefilter



Deeltjesfilters kunnen niet beschermen tegen gassen
Gasfilters kunnen niet beschermen tegen deeltjes
Combinatiefilters kunnen beschermen tegen gassen en deeltjes

01 Introductie

Verschillende aansluitvormen

Rd 40



Schroefdraad volgens EN 148-1

- Gasfilter EN 14387
- Deeltjesfilter EN 143

Bayonet



Merkspecifieke aansluiting

- Gasfilter EN 14387
- Deeltjesfilter EN 143

PAPR



Merkspecifieke aansluiting

- Gas- en deeltjesfilter volgens EN12941 of EN 12942

01 Introductie

filtertype	kleurcode	toepassing	EN-standaard
AX		organische gassen en dampen met een kookpunt ≤ 65 °C	EN 14387
A		organische gassen en dampen met een kookpunt > 65 °C	
B		anorganische gassen en dampen (bv H ₂ S)	
E		zure gassen (bv HCl)	
K		basische gassen (bv NH ₃)	
Hg		kwikdamp (Hg)	DIN 58620
NO		nitreuze gassen (NO en NO ₂)	
CO		koolmonoxide (CO)	
Reactor		radioactieve gassen	DIN 58621
P		deeltjes	EN 143

01 Introductie

Filterklassen = filtercapaciteiten (EN14387:2021 chapter 4.3)

klasse 1

lage capaciteit
1.000 ppm



klasse 2

gemiddelde capaciteit
5.000 ppm



klasse 3

hoge capaciteit
10.000 ppm



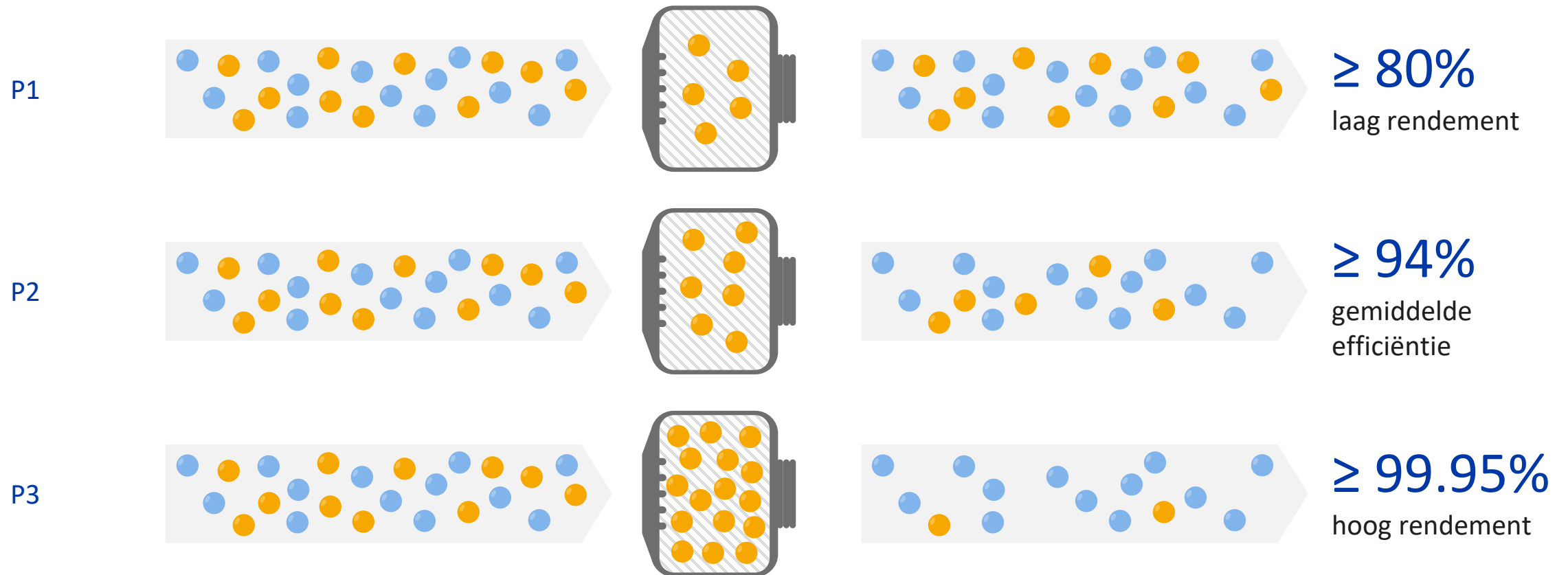
Filterklasse 1 en 2 zijn gebruikelijk op de markt

De filterklasse is geen indicator voor de maximale gasconcentratie waarin met filters kan worden gewerkt

Er zijn geen gasklassen vastgesteld voor AX, NOP3 en Hg

01 Introductie

Deeltjesfilterklassen



01 Introductie

NEN-EN 14387:2021

- Minimale eisen doorbraaktijden ABEK filters



A, B, E and K filters shall be tested under the conditions given in Table 2.

Table 2 — Gas capacity and test conditions of gas filters of types A, B, E and K

Type and class	Test gas	Minimum breakthrough time at test condition ^a	Test gas concentration in air		Breakthrough concentration
			ml/m ³	mg/l	
A 1	Cyclohexane (C ₆ H ₁₂)	70	1 000	3,5	10
B 1	Chlorine (Cl ₂)	20	1 000	3,0	0,5
	Hydrogen sulphide (H ₂ S)	40		1,4	10
	Hydrogen cyanide (HCN)	25		1,1	10 ^b
E 1	Sulphur dioxide (SO ₂)	20	1 000	2,7	5
K 1	Ammonia (NH ₃)	50	1 000	0,7	25
A 2	Cyclohexane (C ₆ H ₁₂)	35	5 000	17,5	10
B 2	Chlorine (Cl ₂)	20	5 000	15,0	0,5
	Hydrogen sulphide (H ₂ S)	40		7,1	10
	Hydrogen cyanide (HCN)	25		5,6	10 ^b
E 2	Sulphur dioxide (SO ₂)	20	5 000	13,3	5
K 2	Ammonia (NH ₃)	40	5 000	3,5	25
A 3	Cyclohexane (C ₆ H ₁₂)	105	5 000	17,5	10
B 3	Chlorine (Cl ₂)	60	5 000	15,0	0,5
	Hydrogen sulphide (H ₂ S)	120		7,1	10
	Hydrogen cyanide (HCN)	70		5,6	10 ^b
E 3	Sulphur dioxide (SO ₂)	60	5 000	13,3	5
K 3	Ammonia (NH ₃)	120	5 000	3,5	25

^a The minimum breakthrough time is intended only for laboratory tests under standardized conditions. It does not give an indication of the possible service time in practical use. Possible service times can differ from the breakthrough times determined in accordance with this document in both directions, positive or negative, depending on the conditions of use.

^b C₂N₂ can sometimes be present in the effluent air. The total concentration of (C₂N₂ + HCN) shall not exceed 10 ml/m³ at breakthrough.

01 Introductie

NEN-EN 14387:2021

- Maximale eisen ademweerstand gas- en combinatiefilters



Table 1 — Maximum inhalation resistance

Filter type and class	Maximum inhalation resistance in hPA	
	at 30 l/min with a tolerance of $\pm 5\%$	at 95 l/min with a tolerance of $\pm 5\%$
Types A, B, E and K		
1	1,0	4,0
1-P1	1,6	6,1
1-P2	1,7	6,4
1-P3	2,2	8,2
2	1,4	5,6
2-P1	2,0	7,7
2-P2	2,1	8,0
2-P3	2,6	9,8
3	1,6	6,4
3-P1	2,2	8,5
3-P2	2,3	8,8
3-P3	2,8	10,6
Types AX		
AX	1,4	5,6
AX-P1	2,0	7,7
AX-P2	2,1	8,0
AX-P3	2,6	9,8

01 Introductie

NEN-EN 12941:2024 (TH-classes)

NEN-EN 12942:2024 (TM-classes)

- Minimale eisen doorbraaktijden ABEK filters
- Let op filtercapaciteit!
 - A1 = **500 ppm**
 - A2 = **1000 ppm**



Table 8 — Test conditions for gas filters type A, B, E and K filters

Filter type and class	Test gas	Test gas concentration		Breakthrough concentration	Minimum breakthrough time at test condition min
		% by volume	mg/l	ml/m ³	
A 1	Cyclohexane (C ₆ H ₁₂)	0,05	1,8	10	70
B 1	Chlorine (Cl ₂)	0,05	1,5	0,5	20
	Hydrogen sulfide (H ₂ S)		0,7	10	40
	Hydrogen cyanide (HCN)		0,6	10 ^a	25
E 1	Sulfur dioxide (SO ₂)	0,05	1,3	5	20
K 1	Ammonia (NH ₃)	0,05	0,4	25	50
A 2	Cyclohexane (C ₆ H ₁₂)	0,1	3,5	10	70
B 2	Chlorine (Cl ₂)	0,1	3,0	0,5	20
	Hydrogen sulfide (H ₂ S)		1,4	10	40
	Hydrogen cyanide (HCN)		1,1	10 ^a	25
E 2	Sulfur dioxide (SO ₂)	0,1	2,7	5	20
K 2	Ammonia (NH ₃)	0,1	0,7	25	50
A 3	Cyclohexane (C ₆ H ₁₂)	0,5	17,5	10	35
B 3	Chlorine (Cl ₂)	0,5	15,0	0,5	20
	Hydrogen sulfide (H ₂ S)		7,1	10	40
	Hydrogen cyanide (HCN)		5,6	10 ^a	25
E 3	Sulfur dioxide (SO ₂)	0,5	13,3	5	20
K 3	Ammonia (NH ₃)	0,5	3,5	25	40

^a C₂N₂ can sometimes be present in the effluent air. The total concentration of (C₂N₂ + HCN) shall not exceed 10 ml/m³ at breakthrough.

Inhoudsopgave



1

Introductie



2

Actiefkool
A-gassen



3

de BEK
impregnatie

02 Actiefkool



Productie van actiefkool

- Bronmaterialen hebben een **hoog koolstof gehalte**
- **Verkoling** (pyroliseren) van bronmateriaal zonder zuurstof **@400°C**

02 Actiefkool



Tot > 95% zuivere koolstof (C)

Grondstof: kokosnootschalen, steenkool, hout, pitten (perzik, olijf)

Chemische en fysische eigenschappen hebben een sterke invloed op de adsorptie-eigenschappen

02 Actiefkool

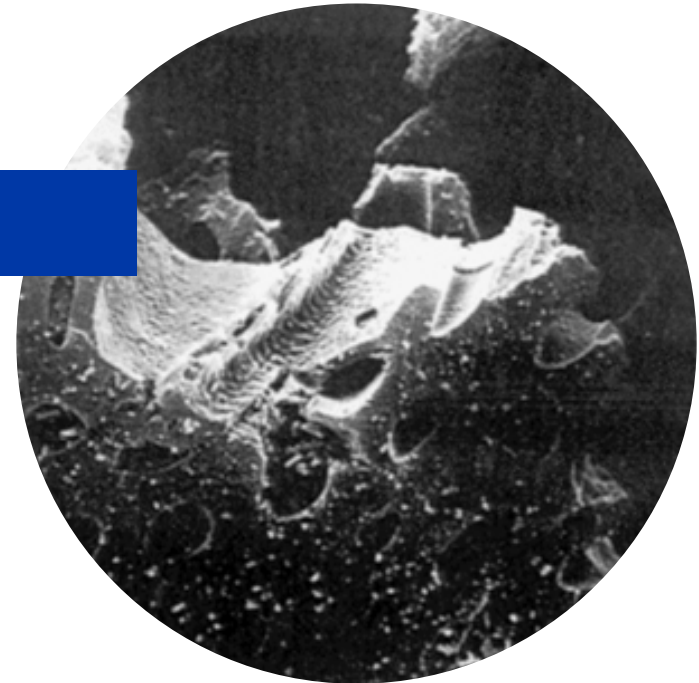
Productie van actiefkool

Het verkoolde bronmateriaal wordt geoxideerd met CO, CO₂, H₂O of O₂ bij temperaturen tot 900 ° C: **poriën worden in de koolstofstructuur gebrand** (vergassing).

1000 :1



3000 :1

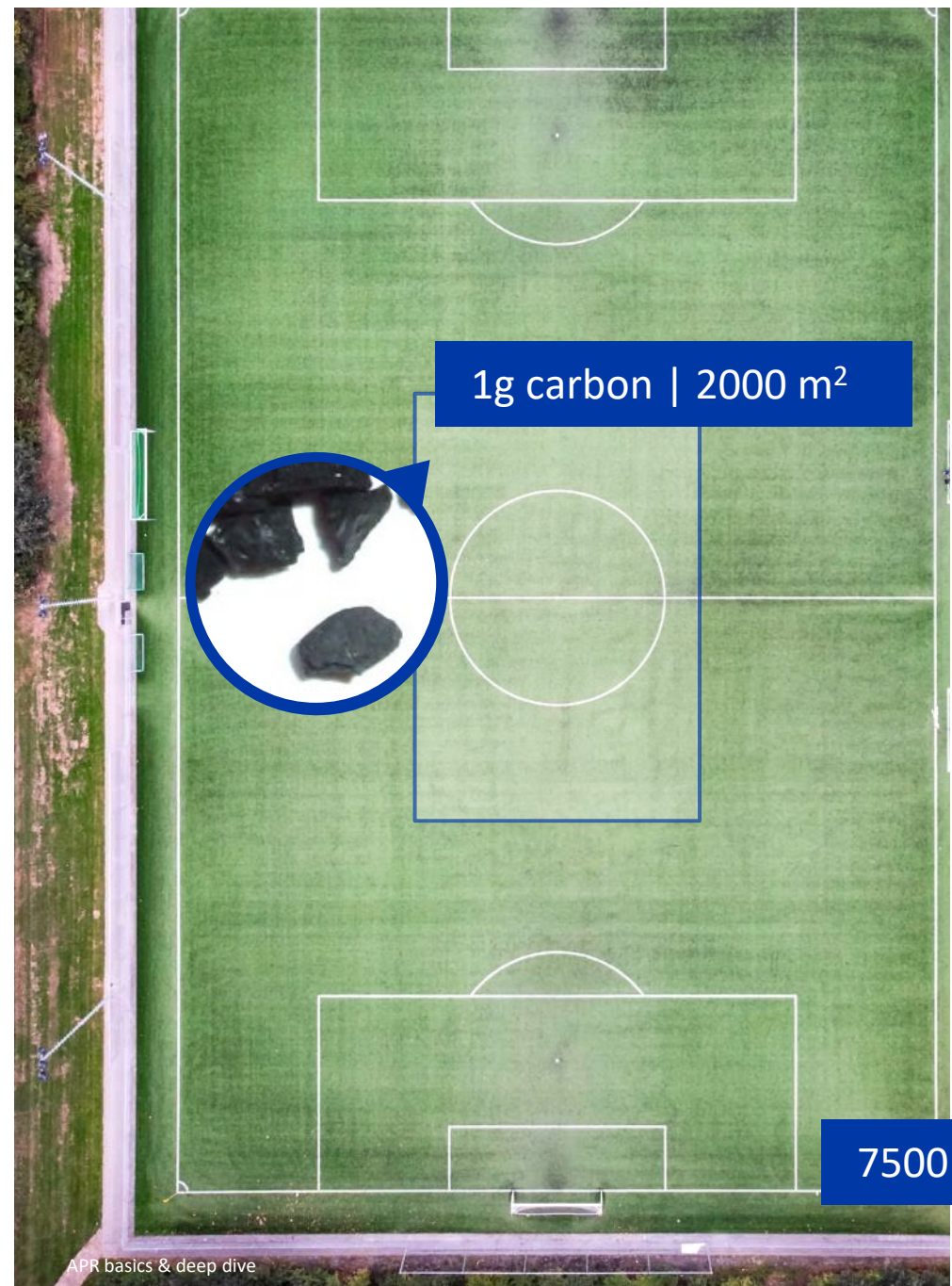


02 Actiefkool

Oppervlak van actiefkool

Het activeringsproces **bepaalt de structuur van de poriën**, evenals de grootte van het oppervlak en daarmee de activiteit van de houtskool (CTC-waarde).

Actieve kool die door gas is geactiveerd, kan een **oppervlakte hebben van maximaal 2500 m²/g**.



02 Actiefkool

Poriënstructuur & oppervlakte

- Afhankelijk van hun grootte zijn de **poriën** verdeeld in **macroporiën (> 50 nm)**, **mesoporiën (2 – 50 nm)** en **microporiën (< 2 nm)**
- De **verdeling** van de **poriegrootte** en het **porievolume** is belangrijker dan het oppervlak
- Deze structuur maakt **adsorptie** (hechting aan een oppervlak) mogelijk

Voor gasfiltratie zijn er **twee relevante sorptieprincipes**:

A

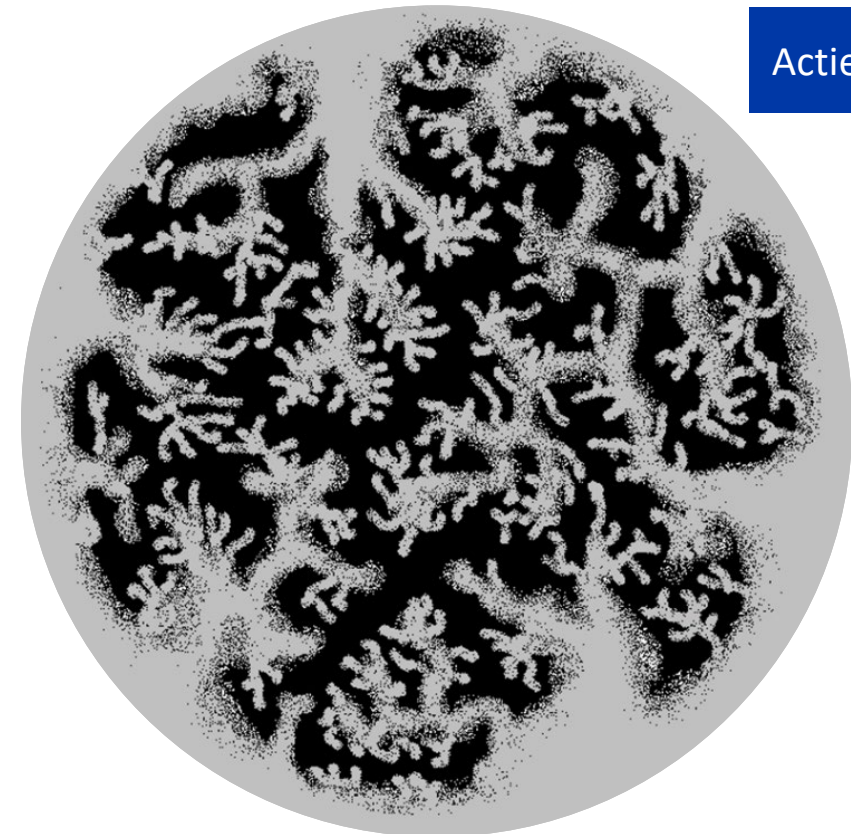
Fysisorptie

zwakke aantrekkingskrachten
(van der Waalskrachten)

B

Chemisorptie

chemische bindingen



Actiefkool

02 Actiefkool

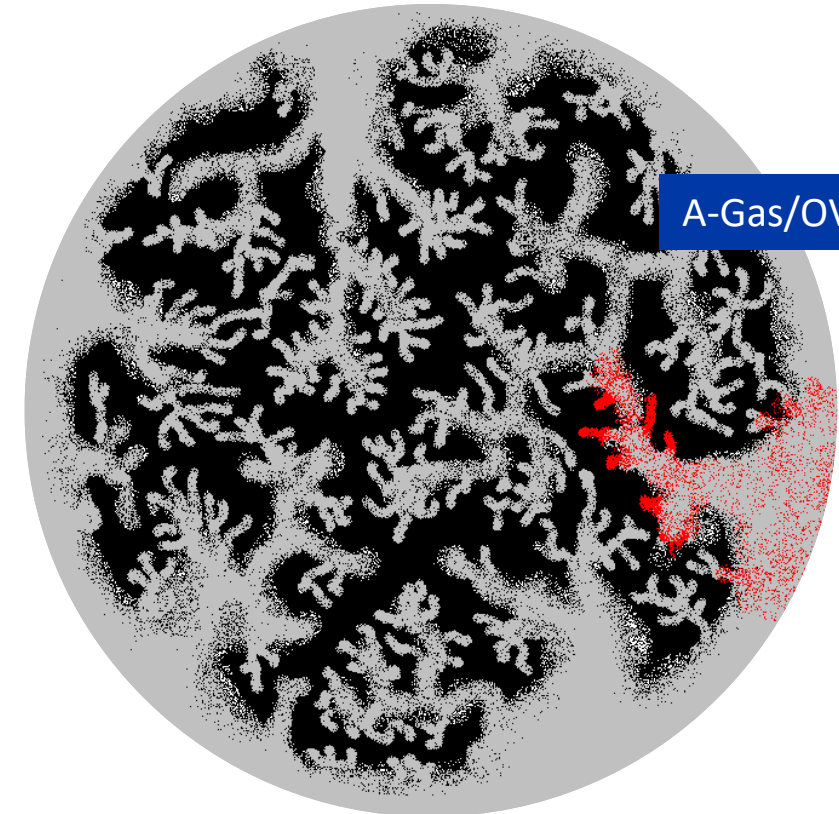
A

Fysisorptie (A/AX-gassen)

B

- De **condensatie** van gasmoleculen in actiefkool wordt **fysisorptie** genoemd
- Gasmoleculen hebben een **kinetische energie** die ze afgeven aan het actieve kool wanneer ze condenseren; **de actieve kool** warmt vervolgens op (ongeveer 10 kJ/g)
- **Vocht verstopt de poriën** en belemmert de fysisorptie van A, AX en organische dampen
- **AX-gassen** zijn **zeer vluchtig** en moeilijk te binden, vandaar dat AX-filters veel actiefkool nodig hebben

Actiefkool bestaande uit een structuur van zuivere koolstof — niet geïmpregneerd



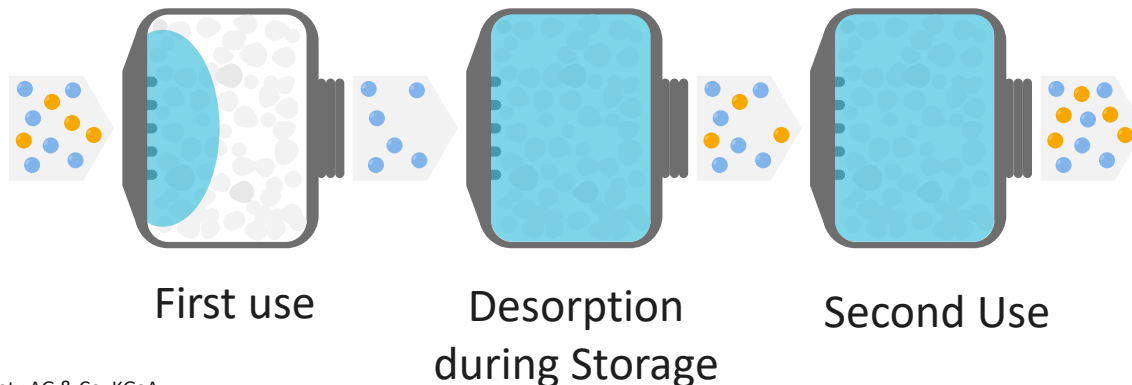
02 Actiefkool

A

Fysisorptie

B

- De **condensatie** van gasmoleculen in actieve kool is **omkeerbaar**, dit betekent dat fysiosorptie omkeerbaar is, gassen **kunnen desorberen** uit actieve kool
- **Temperatuur/warmte verhoogt** het desorptieproces
- **AX-gassen** met een laag kookpunt ($<65^{\circ}\text{C}$) zijn zeer vluchtig en **desorberen veel sneller** dan A-gassen
- Gevolg: **AX-filters** kunnen **alleen voor een bepaalde levensduur** worden gebruikt en **eenmalig!**
- **Hoogkokende stoffen** kunnen **laagkokende stoffen** in het filter **desorberen**
- **AX filters** hebben meer actiefkool nodig dan een A2 filter, een **AX filter geeft altijd A2 prestaties**, maar niet andersom



Inhoudsopgave



1

Introductie



2

Actiefkool
A-gassen



3

de BEK
impregnatie

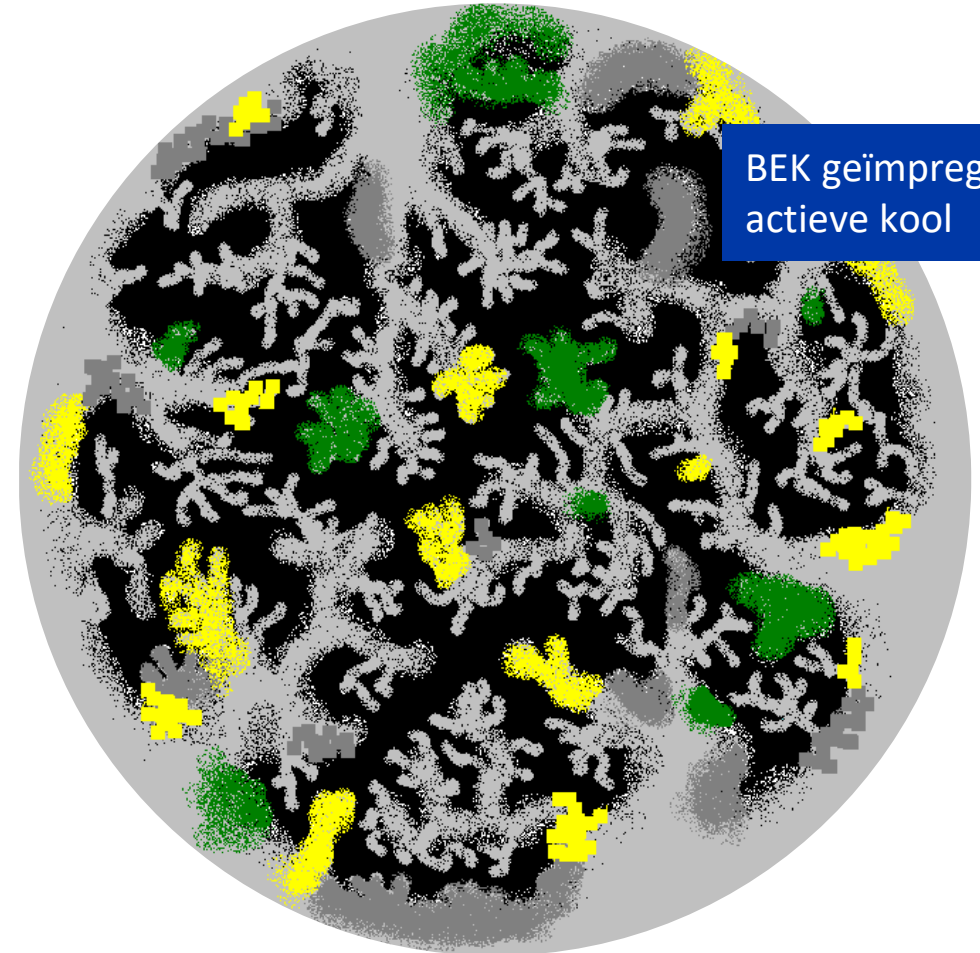
03 BEK impregnatie

B

Chemisorptie door impregnatie (B, E, K),

A

- Gassen **reageren** met de impregnering 1:1 **tot nieuwe niet-vluchtige chemicaliën**
- **Onomkeerbaar** bij omgevingstemperatuur
- De impregnering **vermindert het vrije poriënvolume** (drastisch)
- **Vocht** kan de **chemisorptie verbeteren**



BEK geïmpregneerde
actieve kool

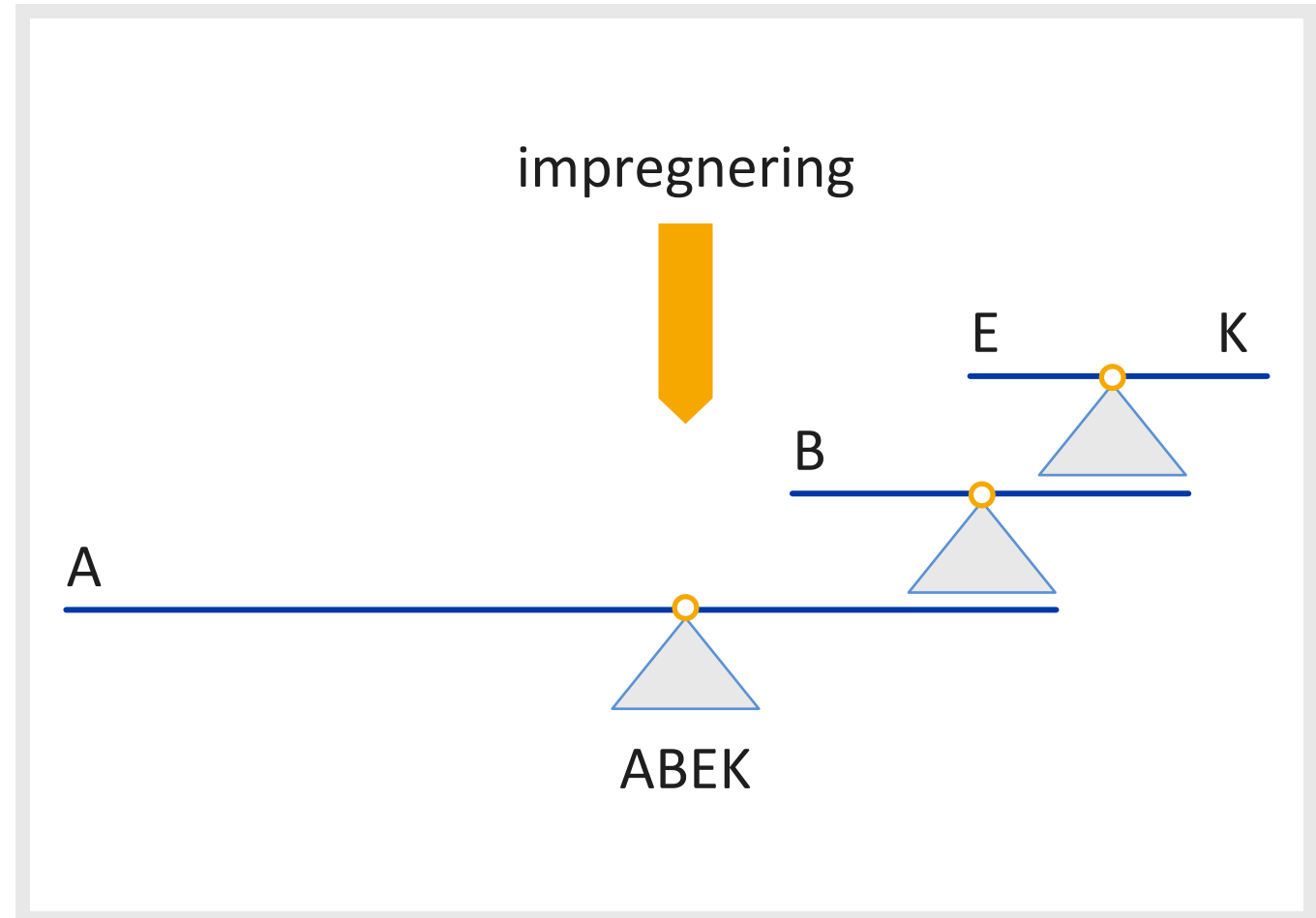
03 BEK impregnatie

B

ABEK impregnatie

A

- **nauwkeurige balans** van alle componenten voor een geïmpregneerd actiefkool
- selectie van chemicaliën die **tijdens het droogproces** op de actieve kool **zure of basische componenten** vormen
- alle chemische componenten voldoen aan de ECHA/REACH, ROHS, Cal. Prop 65 lijst ... zijn vrij van conflictmineralen, in **farmaceutische kwaliteit**, of **levensmiddelenadditieven** ...
- **nieuwe impulsen** door problemen met de toeleveringsketen **grondstoffenschaarste**



Tijd voor vragen?

Hartelijk dank!

Hans van Moolenbroek

Dräger Nederland BV

Hans.vanMoolenbroek@draeger.com