



Inventarisatie PCB-houdende materialen in gebouwen/bouwwerken

6 februari 2024

Kenmerk R001-1292506EJS-V02-agv-NL

Verantwoording

Titel	Inventarisatie PCB-houdende materialen in gebouwen/bouwwerken
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Projectleider	Jurgen Ooms
Auteur(s)	Enzo Steehouwer
Tweede lezer	Jurgen Ooms
Kenmerk	R001-1292506EJS-V02-agv-NL
Aantal pagina's	37 (exclusief bijlagen)
Datum	6 februari 2024
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
T +31 30 28 24 82 4
E info.utrecht@tauw.com

Inhoud

1	Samenvatting.....	5
1.1	Aanleiding voor het onderzoek.....	5
1.2	In welke open toepassingen zijn in het buitenland PCB's gebruikt?	5
1.3	Situatie in Nederland.....	6
2	Summary	6
2.1	Background of this research	6
2.2	How are PCBs dealt with in open applications abroad?	7
2.3	1.3 Situation in the Netherlands	7
3	Inleiding	8
3.1	Aanleiding	8
3.2	Doel van het onderzoek	9
3.3	Leeswijzer	9
4	Werkwijze	10
4.1	Stap 1: Onderzoek situatie in de ons omringende landen	10
4.2	Stap 2: Literatuuronderzoek en interviews Nederland	10
4.3	Stap 3: Onderzoeken omvang PCB-probleem in Nederland	10
4.4	Stap 4: Risicoanalyse slopen en verwerken PCB houdende materialen	11
5	Resultaten	11
5.1	Welke systematieken worden in andere lidstaten (onder andere Denemarken; Duitsland; België) gehanteerd om PCB-houdende materialen in gebouwen/bouwwerken te identificeren?11	
5.1.1	Denemarken.....	11
5.1.2	Duitsland	12
5.1.3	Frankrijk	12
5.1.4	België	12
5.1.5	Zwitserland.....	14
5.2	Hoe vindt de verwerking van PCB-houdend bouw- en sloopafval in die lidstaten plaats, en valt op basis van hun ervaringen af te leiden of PCB-houdende materialen vooral in specifieke type (jaartal; functie; locatie) gebouwen/bouwwerken voorkomen?	14
5.2.1	Verwerking PCB-houdend bouw- en sloopafval in de onderzochte landen	14
5.2.2	PCB-houdende materialen in de onderzochte landen	15
5.2.3	Overeenkomsten en verschillen.....	22

5.3	In welke periode zijn in Nederland mogelijk PCB's in bouwmaterialen toegepast?	23
5.4	Om welke materialen gaat het dan in Nederland en in welke concentraties?	24
5.5	Is onderscheid te maken in type gebouwen/bouwwerken waarin PCB's zijn toegepast in Nederland (op basis van jaartal; functie; locatie)?	25
5.6	Om hoeveel gebouwen/bouwwerken gaat het dan potentieel in Nederland?	25
5.7	Wat is dan (potentieel) de omvang van PCB-houdende afvalstromen in Nederland?	28
5.8	Hoe verhoudt de waarde uit Annex IV van de POP-verordening zich tot de waarden voor PCB-houdende afvalstoffen uit de Handreiking EURAL?	28
5.9	Leidt niet-gescheiden verwerking van Bouw en sloopafval met mogelijk PCB-houdende materialen tot enig risico voor mens en milieu? Zo ja, is aan te wijzen welk materiaal (welk) risico met zich brengt?	29
5.9.1	Werkzaamheden bij slopen	30
5.9.2	Transport	31
5.9.3	Sortering van gemengd bouw en sloopafval	31
5.9.4	Verwerking hout met daarin PCB's	32
5.9.5	Verwerking van metalen met daarop PCB houdende materialen	33
5.9.6	Verwerking van steenachtig materiaal met daarin PCB's	33
5.9.7	Verwerking van sorteeresidu met daarin PCB's	33
5.9.8	Verwerking van sorteerstof met daarin PCB's	34
5.9.9	Verwerking van ramen en kozijnen met daarin PCB's of daaraan kit met daarin PCB's	34
5.9.10	Verwerking van (harde) kunststoffen met daarin PCB's	34
6	Conclusie	35
7	Literatuurlijst	36

Bijlage 1	Organisaties die informatie hebben gedeeld
-----------	--

1 Samenvatting

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Polychloor bifenylen, ook wel PCB's genoemd, zijn organische stoffen die dioxine achtige eigenschappen bevatten welke carcinogeen en teratogeen zijn. Deze stoffen kunnen ook een negatief effect op de immuniteit hebben en verstoren de hormoonhuishouding. Vanwege de gunstige materiaaleigenschappen van PCB's zijn deze op vele manieren toegepast. De toepassingen betreffen open- en gesloten toepassingen. In gesloten toepassingen zijn de PCB's toegepast in materialen die ingesloten zijn, zoals in transformatoren. In open toepassingen zijn PCB's toegepast in materialen die in verbinding staan met de omgevingslucht.

Als gevolg van het ratificeren van het Verdrag van Stockholm heeft Nederland zich ingespannen om PCB houdende materialen in gesloten toepassingen te saneren en identificeren. Het is niet bekend in hoeverre PCB's in Nederland zijn gebruikt in open toepassingen. Wanneer de PCB-gehalten in open toepassingen boven de 50 mg/kg liggen dienen deze toepassingen als gevaarlijk afval behandeld te worden. Het is echter onduidelijk of er na sloop of sanering risico's ontstaan door het voorkomen van PCB-houdende materialen in bouw- en sloopafval.

1.2 In welke open toepassingen zijn in het buitenland PCB's gebruikt?

In dit onderzoek is gekeken naar het voorkomen van PCB's in open toepassingen in diverse Europese (lid)staten, namelijk Denemarken, Duitsland, Zwitserland, Finland, België, Zweden en Frankrijk. Hieruit is gebleken dat Duitsland, Denemarken en Zwitserland gerichte methodes hebben voor het identificeren van PCB's in open toepassingen.

De verwerking van PCB's in bouw- en sloopafval is voor de onderzochte landen voorgeschreven in het verdrag van Stockholm. Dit verdrag, en de hieruit volgende Europese wetgeving, schrijft voor dat materialen met een PCB-gehalte boven 50 mg/kg worden vernietigd of onomkeerbaar dienen te worden omgezet.

In de onderzochte (lid)staten zijn PCB's voornamelijk toegepast als brandwerende coating of weekmaker in afdichtingsmiddelen, verf, raamrubbers, plafondplaten en lak. Deze materialen lijken het meest te zijn toegepast in gebouwen waarin gebruik is gemaakt van betonnen prefab-delen. Dit betreffen flatgebouwen, kantoren, openbare instellingen maar ook in twee-onder-één kap woningen en vrijstaande huizen.

Diverse onderzoeken naar het gebruik van PCB's in open toepassingen in diverse (lid)staten laat zien dat deze tussen het begin van de jaren 50 tot maximaal het einde van de jaren 70 zijn gebruikt.

1.3 Situatie in Nederland

Het is niet exact duidelijk of en in welke concentraties PCB-houdende materialen in Nederland zijn toegepast. Enkele monsternemingen laten concentraties zien die ver boven de grenswaarde voor gevaarlijk afval liggen. Deze monsternemingen zijn echter maar zeer beperkt uitgevoerd en geven geen beeld van de situatie in heel het land.

Doordat er in Nederland maar beperkt gegevens bekend zijn over PCB-toepassingen en concentraties is niet met duidelijkheid te zeggen in welke gebouwen en in wat voor concentraties PCB-houdende materialen zijn toegepast. Wanneer onderzoek naar het voorkomen van PCB-houdende materialen in gebouwen in Denemarken wordt doorgerekend met Nederlandse data gaat het potentieel om ongeveer 57.348 gebouwen. Dit betreft enkel een inschatting op basis van de aanname dat de toepassing van PCB-houdende materialen in Denemarken 1-op-1 overeenkomt met de Nederlandse toepassing van PCB-houdende materialen. Door een gebrek aan metingen in Nederland is echter niet met zekerheid te zeggen hoeveel gebouwen PCB-houdende materialen bevatten en hoe groot de PCB-houdende stroom bouw- en sloopafval is.

Doordat onbekend is welke concentraties PCB's in bouwmaterialen in Nederland zitten en er bij de sloop- en afvalbedrijven niet gemeten wordt op PCB-concentraties is het niet mogelijk om de gezondheidsrisico's ten gevolge van het verwerken van bouw- en sloopafval te bepalen.

Omdat in de ons omringende gebouwen PCB's aantoonbaar zijn toegepast, en er ook in Nederland aanwijzingen zijn dat er PCB's zijn toegepast is het niet ondenkbaar dat er in Nederland op meer plaatsen dan de aangetoonde plekken PCB's aanwezig zijn. Zonder een uitgebreidere inventarisatie met een meetcampagne in het veld is het echter onmogelijk om een wetenschappelijk onderbouwd beeld te geven van de eventuele aanwezigheid van PCB's in Nederlandse gebouwen en van de bijkomende risico's van het verwerken van PCB-houdend bouw en sloopafval.

2 Summary

2.1 Background of this research

Polychlorinated biphenyls, also known as PCBs, are organic substances that contain dioxin-like properties. PCBs are carcinogenic and teratogenic and can also have a negative effect on immunity and disrupt hormone balance. Due to the favourable material properties of PCBs, they have been applied in many ways. The applications include open and closed applications. In closed applications, PCBs have been used in enclosed equipment such as transformers. In open applications, PCBs have been used in materials that are in contact with ambient air.

The Netherlands has ratified the Stockholm Convention and has made efforts to remediate and identify PCB-containing materials in closed applications. However, the open PCB-containing applications have not yet been identified nor remediated. Therefore, it is not known to what extent PCBs have been used in open applications in the Netherlands. If the PCB levels in open applications exceed 50 mg/kg, waste of these applications should be treated as hazardous waste. At this moment, it is unclear whether there are any risks after demolition or remediation due to the presence of PCB-containing materials in construction and demolition waste.

2.2 How are PCBs dealt with in open applications abroad?

This research examined the occurrence of PCBs in open applications in various European (member) states, namely Denmark, Germany, Switzerland, Finland, Belgium, Sweden, and France. We found that Germany, Denmark, and Switzerland have developed methods for identifying PCBs in open applications.

The disposal of PCBs in construction and demolition waste is prescribed in the Stockholm Convention for the countries studied. This convention, and the subsequent European legislation, requires PCBs in materials with a PCB content above 50 mg/kg to be destroyed or irreversibly converted.

In the studied (member) states, PCBs have mainly been used as fire-resistant coatings or plasticizers in sealants, paint, window rubbers, ceiling panels, and varnish. These materials seem to have been most used in buildings that have been built with prefabricated concrete parts. These include apartment buildings, offices, public institutions, as well as semi-detached houses and detached houses. Various studies on the use of PCBs in open applications in various (member) states show that they were used between the early 1950's and the late 1970's.

2.3 Situation in the Netherlands

It is not exactly clear whether and in what concentrations PCB-containing materials have been used in the Netherlands. Some sampling shows concentrations that are well above the threshold for hazardous waste. However, these samplings have been extremely limited and do not provide a full picture of the situation throughout the country.

Due to the limited data available in the Netherlands on PCB-applications and concentrations, it is not possible to present with certainty in which buildings and in what concentrations PCB-containing materials have been used. The potential number of buildings containing PCBs in concentrations above 50 mg/kg was estimated based on research into the occurrence of PCB-containing materials in buildings in Denmark.

The Danish data was extrapolated with Dutch building data to potentially 57,348 buildings which might contain PCBs in building materials. This is only an estimate based on the assumption that the use of PCB-containing materials in Denmark corresponds 1-to-1 with the Dutch use of PCB-containing materials. However, due to a lack of measurements in the Netherlands, it cannot be said with certainty how many buildings contain PCB-containing materials and what the volume of the PCB-containing construction and demolition waste is.

Because it is unknown what concentrations of PCBs are present in building materials in the Netherlands and measurements are not taken for PCB concentrations during demolition and waste processing, it is not possible to determine the health risks associated with the processing of construction and demolition waste.

Because PCBs have been demonstrably used in buildings in the surrounding countries and there are also indications in the Netherlands that PCBs have been used, it is not unthinkable that PCBs are present in more places in the Netherlands than the locations that have been identified. To provide a thorough fact-based picture of the possible presence of PCBs in Dutch buildings a more extensive inventory with a field measurement campaign is needed. Such an inventory will enable an assessment of the associated risks of processing PCB-containing construction and demolition waste, which is impossible based on the currently known facts.

3 Inleiding

3.1 Aanleiding

Nederland is partij bij het Verdrag van Stockholm, en heeft het gebruik van polychloorbifenylen (PCB's) in gesloten en open toepassingen verboden vanwege de gevaarlijke eigenschappen van deze groep stoffen.

Een deel van de PCB's hebben dioxine achtige eigenschappen en zijn carcinogeen, teratogeen, hebben een negatief effect op de immuniteit en verstoren de hormoonhuishouding. Voordat het Verdrag van Stockholm in werking trad heeft Nederland ook zelf al maatregelen genomen om het gebruik van polychloorbifenylen, aan banden te leggen. Het verdrag van Stockholm en de Europese uitwerking hiervan in de POP-richtlijn zijn vooral gericht op PCB's in gesloten toepassingen. Dat zijn toepassingen waarin PCB-houdende olie ingesloten zit. PCB's zijn echter niet enkel in gesloten toepassingen zoals condensatoren en transformatoren gebruikt. Naast de gesloten toepassingen bestaan er ook vele open toepassingen. Voorbeelden van open toepassingen van PCB's zijn kisten, lakken, verf, plafondplaten en asbest golfplaten. De PCB's danken hun gebruik in deze open toepassingen door hun chemische stabiliteit en brandwerendheid.

In het Verdrag van Stockholm zijn voor de open toepassingen van PCB's geen specifieke bepalingen opgenomen. Ondanks het feit dat in 1979 Richtlijn 76/769/EEG van kracht werd en de toepassing van PCB's beperkt werd tot enkel gesloten toepassingen heeft dit, in tegenstelling tot PCB's in gesloten toepassingen, niet geleid tot een sanering van PCB's in open toepassingen. Ook het verdrag van Stockholm spreekt niet over de identificatie en mogelijke eliminatieplicht voor open toepassingen.

Doordat de open toepassingen van PCB's niet actief zijn gesaneerd kunnen PCB houdende materialen tot op heden mogelijk nog teruggevonden worden in gebouwen en infrastructurele werken zoals tunnels, viaducten en bruggen met de aanname dat PCB-houdende materialen ook in deze Nederlandse toepassingen zijn gebruikt. Door bouw-, sloop- en onderhoudswerkzaamheden komt mogelijk afval vrij dat met PCB's verontreinigd kan zijn. Doordat PCB's in open toepassingen ook niet actief zijn geïdentificeerd is de potentiële grootte van deze afvalstroom, welke valt onder Euralcode 17 09 02*, niet goed bekend. De hoeveelheid PCB's in gesloten toepassingen is relatief goed bekend vanwege de identificatieplicht in het Stockholmverdrag, maar dit zegt weinig over de aanwezigheid van PCB's in open toepassingen. In landen waar beide toepassingen zijn geïdentificeerd zijn ze aanwezig in sterk variërende verhoudingen.

Recent heeft een onderzoeksbureau in opdracht van verschillende opdrachtgevers in een zestal gebouwen onderzoek gedaan naar PCB's. De metingen toonden aan dat in de binnenlucht PCB's werden gemeten in vier van de gebouwen. Daarop is verder onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van PCB bevattende bouwmaterialen. De PCB's werden aangetroffen in kisten en ook in rubbers. De door het onderzoeksbureau gemeten concentraties overschrijden de daarvoor opgestelde grenswaarde van 50 mg/kg voor het onderscheid gevaarlijk/niet gevaarlijk afval ruimschoots.

3.2 Doel van het onderzoek

Naar aanleiding van het hierboven genoemde onderzoek heeft het ministerie van Infrastructuur en waterstaat (IenW) TAUW gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de potentiële grootte van het probleem over PCB's in open toepassingen. Dit onderzoek heeft twee doelen:

1. Achterhalen of de uitgevoerde metingen uitschieters betreffen
2. Achterhalen wat de omvang is van de humane blootstellingsrisico's en milieurisico's ten gevolge van verwerking van PCB houdend bouw- en sloopafval in Nederland

Om bovenstaande doelen te bereiken zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- a) Welke systematieken worden in andere lidstaten (onder andere Denemarken; Duitsland; België) gehanteerd om PCB-houdende materialen in gebouwen/bouwwerken te identificeren?
- b) Hoe vindt de verwerking van PCB-houdend bouw- en sloopafval in die lidstaten plaats, en valt op basis van hun ervaringen af te leiden of PCB-houdende materialen vooral in specifieke type (jaartal; functie; locatie) gebouwen/bouwwerken voorkomen?
- c) In welke periode zijn in Nederland PCB's in bouwmaterialen toegepast?
- d) Om welke materialen gaat het dan in Nederland en in welke concentraties?
- e) Is onderscheid te maken in type gebouwen/bouwwerken waarin PCB's zijn toegepast in Nederland (op basis van jaartal; functie; locatie)?
- f) Om hoeveel gebouwen/bouwwerken gaat het dan potentieel in Nederland?
- g) Wat is dan (potentieel) de omvang van PCB-houdende afvalstromen in Nederland?
- h) Hoe verhoudt de waarde uit Annex IV van de POP-verordening zich tot de waarden voor PCB-houdende afvalstoffen uit de Handreiking EURAL?
- i) Leidt niet-gescheiden verwerking van Bouw en sloopafval met mogelijk PCB-houdende materialen tot enig risico voor mens en milieu? Zo ja, is aan te wijzen welk materiaal (welk) risico met zich brengt?

3.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 4 is de werkwijze van dit onderzoek uiteengezet. De resultaten van het onderzoek zijn in hoofdstuk 5 per deelvraag uiteengezet. In hoofdstuk 6 zijn deze resultaten vertaald naar duidelijke conclusies. De gebruikte literatuur staat in hoofdstuk 7.

4 Werkwijze

Om antwoord te kunnen geven op de in hoofdstuk 2 genoemde onderzoeksvragen zijn 4 verschillende stappen doorlopen.

4.1 Stap 1: Onderzoek situatie in de ons omringende landen

Allereerst werd er door middel van een verkennend vooronderzoek literatuur verzameld over de verwerking en identificatie van PCB houdend bouw- en sloopafval in Denemarken, Duitsland, Frankrijk, België, het Verenigd Koninkrijk en Zwitserland. Ook is er informatie gevonden van Zweden en Finland. Wanneer op basis van de documentatie nog vragen waren over de aanpak van PCB's in een bepaald land is er geprobeerd om extra informatie te verkrijgen via telefonische contacten of per e-mail. Soms is hier nog extra informatie uitgekomen in andere gevallen is er geen informatie meer ontvangen van experts. Door middel van het landenonderzoek kan deels een antwoord worden geformuleerd op deelvragen a en b.

4.2 Stap 2: Literatuuronderzoek en interviews Nederland

Ook voor Nederland is een literatuuronderzoek uitgevoerd om concentraties, locaties en eigenschappen van gebouwen te achterhalen om een antwoord te formuleren op deelvragen c tot en met i. Dit onderzoek richtte zich op beleidsstukken, sectorplannen en wetgeving, maar vooral ook op (wetenschappelijke) literatuur waarin concentraties en locaties in gebouwen zijn beschreven.

Naast het literatuuronderzoek zijn er ook interviews afgenomen. Op deze manier zijn wetgeving, protocollen en verwachtingen getoetst bij experts welke te maken hebben met PCB's. Dit betreffen experts op het gebied van afvalverwerking, blootstelling en gezondheid en (binnen)luchtmetingen. Zie bijlage 1 voor de organisaties die hebben bijgedragen door informatie te delen die in dit rapport is opgenomen.

4.3 Stap 3: Onderzoeken omvang PCB-probleem in Nederland

Met de informatie die verzameld is in stap 2 kan een antwoord geformuleerd worden op deelvragen c, d en e (verdachte bouwmaterialen, concentraties en bouwtypen). Aangezien deze antwoorden niet voldoende informatie op hebben geleverd is gebruik gemaakt van literatuur over de PCB-problematiek in het buitenland. De uitkomsten van onderzoek in het buitenland zijn gecombineerd met Nederlandse gebouwendata. Hiermee is een schatting gemaakt van de hoeveelheid gebouwen met potentieel PCB-houdende materialen in Nederland welke antwoord geeft op deelvraag f (aantal gebouwen). Om een inzicht te krijgen in het type gebouwen in Nederland, bouwjaren van deze gebouwen en bouwfuncties van deze gebouwen is gebruik gemaakt van openbaar beschikbare data. Met behulp van informatie uit het Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) is via een GIS-applicatie de omvang van de groep gebouwen met PCB houdende materialen inzichtelijk gemaakt. Deelvraag g (hoeveelheden PCB's) kon niet beantwoord worden omdat er geen goed inzicht is in het aantal gebouwen met PCB's en in de hoeveelheden per gebouw. Verder extrapoleren op basis van de schatting voor vraag f geeft een antwoord dat meer afhankelijk is van de aannames dan dat het de werkelijkheid weerspiegelt.

4.4 Stap 4: Risicoanalyse slopen en verwerken PCB houdende materialen

Op basis van interviews en literatuur worden de risico's van het verwerken van PCB-houdend bouw- en sloopafval uiteengezet worden. Hiervoor wordt niet enkel gekeken naar de Nederlandse situatie maar ook naar de situatie in de omliggende landen. De stappen van de verwerking van PCB-houdend bouw- en sloopafval worden uiteengezet om vervolgens aan te geven in hoeverre de uitstoot van PCB's een risico vormen voor de omgeving en de werknemers die met het bouw- en sloopafval in aanraking komen.

5 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de literatuuronderzoeken, de interviews en de risicoanalyses weergegeven.

5.1 Welke systematieken worden in andere lidstaten (onder andere Denemarken; Duitsland; België) gehanteerd om PCB-houdende materialen in gebouwen/bouwwerken te identificeren?

In dit onderzoek zijn de identificatiemethoden van de volgende landen onderzocht:

- Denemarken
- Duitsland
- Frankrijk
- België
- Verenigd Koninkrijk
- Zwitserland

5.1.1 Denemarken

PCB's hebben de eigenschap om uit te dampen uit de materialen waarin ze zijn toegepast. Deze eigenschap wordt in Denemarken toegepast om PCB-houdende materialen te identificeren (Grontmij & COWI, 2013; Danish Health and Medicines Authority, 2013).

Voor de binnenluchtconcentraties van PCB's zijn door de Deense Gezondheids- en Medicijnautoriteiten aanbevolen actiewaardes opgesteld. De ondergrens voor het PCB-gehalte in de binnenlucht bedraagt in Denemarken $< 300 \text{ ng/m}^3$. Onder deze waarde wordt het gehalte PCB's in de binnenlucht als ongevaarlijk voor de menselijke gezondheid geacht.

Wanneer het gehalte PCB's in de binnenlucht tussen de 300 ng/m^3 en 3000 ng/m^3 ligt heeft dit mogelijk negatieve effecten op de gezondheid van de mens. Een PCB-gehalte tussen de 300 ng/m^3 en 3000 ng/m^3 dient teruggebracht te worden tot onder de 300 ng/m^3 .

In de Deense richtlijnen wordt een onderscheid gemaakt tussen PCB-gehalten van 300 ng/m^3 tot 2000 ng/m^3 en pcb-gehalten tussen de 2000 ng/m^3 en 3000 ng/m^3 (Danish Health and Medicines Authority, 2013). Voor ruimtes waar het gehalte PCB's in de binnenlucht tussen 300 ng/m^3 en 2000 ng/m^3 ligt dienen binnen twee jaar maatregelen genomen te worden om de gehalten verder terug te brengen. Voor ruimtes met een pcb-gehalte in de binnenlucht tussen de 2000 ng/m^3 en 3000 ng/m^3 is bepaald dat de gehalten binnen een jaar onder de 300 ng/m^3 gebracht moeten worden.

Wanneer PCB's in de binnenlucht worden gemeten bestaat de kans dat er PCB-houdende materialen in het gebouw zijn toegepast. Voor het bepalen van de PCB-concentratie in vaste stoffen schrijft het Deense Environmental Protection Agency een soortgelijke methode voor als voor het bepalen van PCB-gehalten in binnenlucht. Om te komen tot het totaal PCB-gehalte in vaste materialen en binnenlucht vermenigvuldigt men $PCB_{sum\ 7}$ met een factor 5. $PCB_{sum\ 7}$ staat voor de som van de concentraties van de congenen 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180. Deze methode, vastgelegd in de Deense standaard DS/EN 15308 is oorspronkelijk opgesteld voor het analyseren van de PCB-concentratie in vast afval (Grontmij & COWI, 2013). Deze methode maakt gebruik van gaschromatografie-massaspectrometrie om de concentratie van de 7 hierboven genoemde congenen te bepalen.

5.1.2 Duitsland

De Duitse methodiek heeft veel overeenkomsten met de Deense methodiek om PCB-houdende materialen te identificeren. In Duitsland maakt men ook gebruik van binnenluchtconcentraties om te achterhalen of er PCB-houdende materialen zijn toegepast in een gebouw. In de Duitse richtlijnen wordt echter geen onderscheid tussen de 300 ng/m^3 en 2000 ng/m^3 & 2000 ng/m^3 en 3000 ng/m^3 gemaakt zoals dat in Denemarken wel het geval is (Projectgroep Schadestoffe, Fachkommission Baunormung der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen, 1995).

In bovenstaande richtlijn wordt voorgeschreven om de PCB-concentratie in de binnenlucht te berekenen door de $PCB_{sum\ 6}$ te vermenigvuldigen met de factor 5. De $PCB_{sum\ 6}$ bestaat uit de concentratie van de congenen 28, 52, 101, 138, 153 en 180. Deze methode is vastgelegd in de DIN 51527 methode.

In Duitsland heeft de Ad-hoc werkgroep voor binnenluchthygiëne verdere richtlijnen opgesteld dan enkel voor binnenluchtconcentraties ('Gesundheitliche Bewertung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle in der Innenraumluft', 2007). In de Ad-hoc-AG IRK-richtlijn uit 2007 is opgenomen dat bij coatings met een hoog PCB-gehalte direct blootstellingsbeperkende maatregelen dienen te worden genomen als de concentratie hoger is dan 1.000 ng PCB/m^3 binnenlucht en de concentratie van PCB 118 hoger is dan 10 ng/m^3 binnenlucht.

5.1.3 Frankrijk

In Frankrijk is de wetgeving rond PCB's beperkt tot PCB's in gesloten toepassingen. Er bestaat hierdoor geen wetgeving noch richtlijnen over het identificeren van PCB's in open toepassingen (persoonlijke communicatie, TAUW Frankrijk). Tijdens het slooproces wordt niet structureel gekeken naar PCB's, behalve als bekend is dat er een transformator in het te slopen object heeft gestaan.

5.1.4 België

In Vlaanderen is in de Vlarema (Vlaams Reglement betreffende het duurzaam beheer van Materiaalcringen en Afvalstoffen) in onderafdeling 5.2.8 PCB's de regelgeving rondom PCB's opgenomen. Deze regels richten zich alleen op gesloten toepassingen in elektrische apparatuur en op de transformatoren in elektrische en elektronische apparatuur. Er is geen verplichting tot het inventariseren van PCB's in open toepassingen.

Bij het slopen van gebouwen is er een verplichting (met uitzondering van woongebouwen) tot het maken van een sloopinventaris. Dit is een verplichting uit de Vlarema. In het Achtergronddocument opmaak van sloopinventarissen (OVAM, 2012) staat hierover het volgende: *De sloopinventaris is een wettelijke verplichting sinds mei 2009 via toevoeging van een artikel in het Vlaams Reglement inzake Afvalvoorkoming en -beheer (VLAREA). De bedoeling van de verplichting is het selectief slopen en het daaropvolgend beheer van de bouw- en sloopafvalstromen aan te moedigen en te sturen. De verplichting geldt voor gebouwen en installaties met een volume van meer dan 1 000 m³ en die geen loutere woonfunctie hebben. Onder deze laatste vallen dus onder meer bedrijfsgebouwen, winkels, scholen, kantoren, verzorgingsinstellingen, hotels, openbare gebouwen en dergelijke meer. Woongelegenheden (ook grotere) waarin geen andere activiteiten dan wonen plaatsvinden vallen momenteel niet onder de regeling. Voor deze of andere gebouwen waarvoor geen verplichting geldt kan de inventaris op vrijwillige basis worden opmaak. Het opstellen van een sloopinventaris is ook niet verplicht bij de afbraak van wegen en kunstwerken.*

In de handreiking wordt in een aparte paragraaf toegelicht hoe met PCB's moet worden omgegaan in de sloopinventaris. Deze paragraaf gaat echter vooral in op PCB's in apparaten. Op enkele andere plaatsen in het document wordt wel vermeld dat PCB's aanwezig kunnen zijn in recipiënten die resthoeveelheden bevatten, PCB-houdend mastiek (dakafval of kit), PCB-houdende kit, vloerbedekkingen waarin PCB-houdend hars is verwerkt, isolerende beglazing met PCB-houdende afdichting, PCB-houdende kunststoffen.

Afval dat meer dan 50 mg/kg bevat volgens de Europese richtlijn 96/59/EG wordt gezien als gevaarlijk afval, en moet na bronscheiding bij de sloop worden afgevoerd naar een daarvoor vergund verwerker.

Ook in Wallonië bestaat de enige wetgeving over PCB uit regelgeving over gesloten toepassingen. Het gaat hier over het *Arrêté du Gouvernement wallon relatif à l'élimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles*. [4 - WALLEX \(wallonie.be\)](#).

Er is een verplichting tot het scheiden van bedrijfsafval voor iedere onderneming in Vlaanderen, die ook van toepassing is op sloopwerkzaamheden. Deze verplichting is opgenomen in het Arrêté du Gouvernement wallon instaurant une obligation de tri de certains déchets van 5 maart 2015. [Moniteur Belge - Belgisch Staatsblad \(fgov.be\)](#). Hierbij worden 15 specifieke afvalstromen genoemd, die ook gescheiden dienen te worden gehouden bij sloop. In deze opsomming van afvalstromen zijn gevaarlijke afval en/of PCB houdend afval niet specifiek genoemd.

5.1.5 Zwitserland

In Zwitserland wordt het voorkomen van PCB-houdende materialen ook onderzocht door eerst de binnenluchtconcentratie te bemonsteren. In Zwitserland zijn de richtwaardes anders geformuleerd dan in Denemarken en Duitsland. In Zwitserland hangt de hoogte van de concentratie PCB's in de binnenlucht af van de gemiddelde verblijftijd in het desbetreffende gebouw. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen gebouwen met een verblijftijd van gemiddeld 8 uur per dag, 7 dagen per week en gebouwen met een gemiddelde verblijftijd van 24 uur per dag, 7 dagen per week. Gebouwen met een verblijftijd van gemiddeld 8 uur per dag zijn bijvoorbeeld kantoren, scholen, openbare gebouwen et cetera. Gebouwen met een gemiddelde verblijftijd van 24 uur zijn bijvoorbeeld huizen, ziekenhuizen, internaten etc.

Voor gebouwen waar men gemiddeld 8 uur per dag, 7 dagen per week, verblijft bedraagt de grenswaarde voor het PCB-gehalte in binnenlucht 6.000 ng/m³. Voor gebouwen waar men gemiddeld 24 uur per dag verblijft bedraagt deze grenswaarde nog maar 2.000 ng/m³ (Bundesamt für Gesundheit, 2002). Wanneer de concentratie boven de hierboven genoemde grenswaardes uitkomen dienen er onmiddellijk maatregelen genomen te worden om de concentraties PCB in de binnenlucht te verminderen. Wanneer de voegen gesaneerd worden moet het minimale doel een halvering van de binnenluchtconcentratie zijn.

De voorgeschreven methode voor het bepalen van de totale concentratie PCB's in de binnenlucht in Zwitserland betreft het vermenigvuldigen van de som van de concentraties van de 6 congenere met nummer 28, 52, 101, 138, 153 en 180 met de factor 5 ('Gesundheitliche Bewertung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle in der Innenraumluft', 2007; Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung, 2004; Bundesamt für Gesundheit, 2002).

5.2 Hoe vindt de verwerking van PCB-houdend bouw- en sloopafval in die lidstaten plaats, en valt op basis van hun ervaringen af te leiden of PCB-houdende materialen vooral in specifieke type (jaartal; functie; locatie) gebouwen/bouwwerken voorkomen?

5.2.1 Verwerking PCB-houdend bouw- en sloopafval in de onderzochte landen

Voor alle landen die partij zijn bij het Verdrag van Stockholm geldt dat PCB-houdend afval met een PCB-gehalte boven de 50 mg/kg verwerkt moet worden op een wijze waarbij de in het afval aanwezige PCB's vernietigd of onomkeerbaar omgezet worden. In Bijlage V, Deel 1 wordt uiteengezet dat enkel methodes D9¹ en D10¹ kunnen worden toegepast om PCB's te vernietigen of onomkeerbaar om te zetten. De overige methodes uit Bijlage V, deel 1 zijn niet van toepassing op PCB-houdend afval.

¹ D9 is fysisch-chemische behandeling op een niet elders in deze bijlage aangegeven wijze, waardoor verbindingen of mengsels ontstaan die worden verwijderd op een van de onder D1 tot en met D12 vermelde methoden (bijvoorbeeld verdampen, drogen, calcineren).

D10 is verbranding op het land

Voor landen die wel lid zijn van het verdrag van Stockholm, maar geen lid van de Europese Unie zijn geldt artikel 6, lid 1 onder d, ii, van het Stockholm Verdrag waarin wordt gesteld dat PCB-houdend afval op zodanige wijze wordt verwijderd dat de persistente organische verontreinigende stoffen die zij bevatten worden vernietigd of zodanig onomkeerbaar worden omgezet (Stockholm Convention, 2020). In de praktijk betekent dit dat het afval moet worden verbrand in een installatie voor gevaarlijk afval (draaitrommeloven).

In de EU is dit verdrag geïmplementeerd in de POP-Verordening. De landen welke deel uitmaken van de Europese Unie moeten ook voldoen aan de Europese POP verordeningen vanuit de Europese Unie. De landen welke geen deel uitmaken van de Europese Unie hebben de 50 mg/kg limiet vastgelegd in hun eigen wetten. Dit maakt dat alle onderzochte landen een grenswaarde van 50 mg PCB/kg hanteren als grenswaarde voor wanneer afval gevaarlijk afval wordt.

PCB houdend bouw- en sloopafval valt onder Euralcode 17 09 02*. Deze code moet worden toegekend wanneer de concentratie PCB in het afval boven de 50 mg/kg ligt, zoals vastgesteld in de POP-verordening (Verordening 2019/1021). Daarmee wordt het afval geclassificeerd als gevaarlijk afval.

Denemarken gaat echter een stap verder en stelt specifieke regels op voor PCB houdend afval met een PCB-gehalte onder de 50 mg/kg. De Deense Environmental Protection Agency heeft voor afval met een PCB-gehalte onder de 50 mg/kg richtlijnen uitgegeven waarin aanbevolen grenswaarden worden gespecificeerd (Grontmij & COWI, 2013). Voor afval met een PCB-gehalte onder de 50 mg/kg wordt onderscheid gemaakt tussen niet-gevaarlijk maar wel met PCB verontreinigd afval en niet verontreinigd afval. Wanneer het afval een PCB-gehalte bevat van tussen de 50 mg/kg en 0,1 mg/kg moet het afval worden vernietigd maar mag het onder strenge voorwaarden ook worden gestort. Afval met een PCB-gehalte onder de 0,1 mg/kg wordt als niet verontreinigd beschouwd en mag worden hergebruikt als dit in overeenstemming is met de van toepassing zijnde hergebruik regels en na kennisgeving aan de gemeentelijke autoriteiten. Het gehalte van PCB's in afval dient te worden bepaald volgens de richtlijnen welke zijn vastgelegd in de Deense Norm DS/EN 15308.

In Zwitserland wordt er onderscheid gemaakt in de verwerkingsmethoden waarmee PCB-houdend afval vernietigd moet worden. Wanneer het gehalte PCB's tussen de 50 en 1.000 mg/kg ligt kan het afval verbrand worden in normale afvalverbrandingsinstallaties. Wanneer het PCB-gehalte hoger ligt dan 1.000 mg/kg dient het afval verbrand te worden in een speciale afvalverbrandingsinstallatie voor gevaarlijk afval (Leuenberger, 2005).

5.2.2 PCB-houdende materialen in de onderzochte landen

In onderstaande paragrafen is per land weergegeven welke materialen, toegepast in de bouwsector, mogelijk PCB's kunnen bevatten.

5.2.2.1 Denemarken

In Denemarken zijn de volgende PCB-houdende materialen geïdentificeerd:

- Vloerlak
- Verf
 - Antislip vloerverf
 - Muurverf
 - Weerbestendige verf
 - Industriële verf
- Voorschakelapparaten TI-buizen
- Geïmpregneerde plafondplaten
- Geïmpregneerde akoestische panelen
- Cement mixen
- Elastische afdichtingsmiddelen
- Raamrubbers

Het onderzoek van Grontmij en COWI (2013) laat zien dat muurverf, weerbestendige verf, elastische afdichtingsmiddelen en vloer lak bronnen van PCB's zijn in 2-onder-1 kap woningen en vrijstaande huizen. Er zijn in deze gebouwen geen PCB houdende afdichtingsmiddelen tussen beton delen gevonden. Ook in sanitaire ruimtes zijn geen PCB houdende katten teruggevonden.

Hetzelfde onderzoek van Grontmij en COWI laat zien dat in flats PCB houdende afdichtingsmiddelen rondom ramen en deuren en tussen beton delen worden teruggevonden. Ook in flats zijn PCB-houdende verven toegepast. Gedurende dit onderzoek zijn elastische afdichtingsmiddelen, vloerverf en muurverf teruggevonden in kantoorgebouwen en openbare instellingen.

Onderzoek van Gunnarsen & Kolarik (2013), Grontmij (2013) en de Danish Health and Medicines Authority (2013) toont aan dat elastische afdichtingsmiddelen in Denemarken zeer hoge concentraties PCB's kunnen bevatten. In het onderzoek van Gunnarsen & Kolarik (2013) zijn metingen uitgevoerd op een elastisch afdichtingsmiddel met een PCB-concentratie van 212.000 mg/kg. In dit onderzoek zijn ook drie muurverf monsters geanalyseerd waaruit volgde dat de gemiddelde PCB-concentratie in de muurverf 197 mg/kg bedroeg. Tot slot is de concentratie PCB's in de vloerlak gemeten. Gemiddeld bedroeg de PCB-concentratie in de vloerlak 210 mg/kg.

Het onderzoek van de Danish Health and Medicines Authority (2013) presenteert de uitkomsten van 2 onderzoeken naar PCB-gehalten in elastische afdichtingsmiddelen. Allereerst worden de resultaten van Frederiksen et al. (2012) gepresenteerd. In dit onderzoek zijn 20 monsters genomen uit elastische afdichtingsmiddelen. De gemiddelde totale PCB-concentratie bedroeg 252.150 mg/kg en de maximaal gemeten concentratie bedroeg 718.430 mg/kg. Het onderzoek van Haven en Langeland (2011) naar 18 casestudies over appartementen en openbare gebouwen laat zien dat de gemiddelde PCB-concentratie in elastische afdichtingsmiddelen 100.000 mg/kg bedraagt. In dit onderzoek zijn uitschieters gemeten met een concentratie tot 240.000 mg/kg.

Grontmij en COWI (2013) hebben ook metingen laten verrichten naar PCB-gehalten in elastische afdichtingsmiddelen. Het onderzoek toont aan dat PCB-houdende elastische afdichtingsmiddelen voornamelijk zijn toegepast in de periode 1965-1974.

In onderstaande tabel 5.1 zijn de uitkomsten van de metingen uit het onderzoek van Grontmij en COWI (2013) naar elastische afdichtingsmiddelen samengevat.

Tabel 5.1 Overzicht uitkomsten meting afdichtingsmiddelen door Grontmij en COWI (2013)

Locatie afdichtingsmiddel	Aantal genomen monsters	Frequentie monsters ≥ 50 mg/kg	Gemiddelde concentratie in mg/kg	Maximale gemeten concentraties in mg/kg
Rondom ramen en deuren	199	22 %	18.465	550.000
Tussen betondelen	105	32 %	20.457	310.000
Overige locaties	26	4 %	21.156	550.000
Binnen het gebouw				
Rondom ramen en deuren	130	13 %	3.332	215.000
Tussen betondelen	29	55 %	81.399	310.000
Overige locaties	46	4 %	5.675	255.000

Bovenstaande tabel laat zien dat de gemiddelde concentratie PCB's in elastische afdichtingsmiddelen onderzocht door Grontmij in Denemarken allen ruim boven de grens voor gevaarlijk afval liggen, namelijk ruim boven 50 mg/kg.

Ook zijn er gedurende het onderzoek van Grontmij metingen gedaan naar PCB-gehalten in vloeren. In totaal zijn er 200 monsters genomen. In 5 gevallen zijn uitschieters gemeten met een PCB-concentratie in de vloer van meer dan 2.500 mg/kg, allen gemeten in verf van keldervloeren. In alle gebouwen waar monsters zijn genomen zijn vloeren teruggevonden met een PCB-gehalte van meer dan 500 mg/kg. De gemiddelde PCB-concentratie in vloeren uit het onderzoek bedraagt 47 mg/kg op basis van 62 monsters. Wanneer de vloer is bewerkt met een (antislip)coating of verf betreft de gemiddelde PCB-concentratie van desbetreffende vloer 1.061 mg/kg op basis van 52 monsters. De maximale gemeten PCB-concentratie van een bewerkte vloer bedroeg 23.500 mg/kg. Het is niet geheel duidelijk wat de bron van de PCB's in vloeren is. Het is onduidelijk of deze PCB's oorspronkelijk aan het vinyl, kurk of linoleum is toegevoegd of in deze materialen is getrokken vanuit de onderliggende beton en lijmlaag. De mogelijkheid bestaat ook dat de PCB's uit de lucht in de vloer trekken en de vloer een tertiaire bron wordt (Grontmij & COWI, 2013).

Voor het onderzoek van Grontmij is ook verf bemonsterd op PCB-gehalten. Deze monsters zijn genomen in 2-onder-1 kap woningen, vrijstaande woningen, kantoorgebouwen, flatgebouwen en openbare gebouwen.

In alle type gebouwen zijn verfmonsters met een concentratie hoger dan 50 mg/kg gevonden. In onderstaande tabel 5.2 zijn de uitkomsten van de analyse door Grontmij en COWI weergegeven.

De analyse laat zien dat de gemiddelde concentratie PCB's in verf bij uitpandige toepassingen lager ligt dan bij inpandige toepassingen. Geschilderde vloeren en muren bevonden zich meestal op trappen en in gangen, kelders, wasruimtes, opslagruimtes en toiletten. Er zijn echter ook uitzonderingen, zo zijn er tijdens het onderzoek ook muren in woonkamers geïdentificeerd met PCB-houdende verf (Grontmij & COWI, 2013).

Tabel 5.2 Analyseresultaten PCB-houdende verf (Grontmij & COWI, 2013)

Parameters	Metaal	Hout	Vloeren	Steen/baksteen
Inpandig				
Aantal monsters	66	13	0	147
Frequentie ≥50 mg/kg	24 %	0 %	-	3 %
Gemiddelde in mg/kg	1.906	1	-	25.000
Uitpandig				
Aantal monsters	502	22	109	417
Frequentie ≥50 mg/kg	13 %	5 %	10 %	5 %
Gemiddelde in mg/kg	41	13	228	123

Naast verf is in dit onderzoek ook het PCB-gehalte in voorschakelapparaten van TL-buizen onderzocht. Deze voorschakelapparaten betreffen gesloten bronnen. Echter zullen deze relatief kleine gesloten bronnen ook vrij kunnen komen bij de sloop of renovatie van gebouwen. 42 % van de 516 TL-lampen bevat een PCB-gehalte hoger dan 50 mg/kg. 23 % van deze 516 TL-lampen bevat een PCB-concentratie van meer dan 100.000 mg/kg.

In Denemarken is het gebruik van PCB's begonnen rond 1950. PCB-houdende materialen zijn toegepast in open toepassingen tot dit werd verboden vanaf januari 1977. Doordat PCB's geen goedkoop additief bedroegen zijn ze voornamelijk in exclusieve en moderne verbouw- en nieuwbouwprojecten toegepast (Gunnarsen & Kolarik, 2013).

PCB houdende voorschakelapparaten in TL-lampen zijn tot de jaren 1986 geproduceerd en worden dan ook buiten de bovengenoemde periode tot 1977 gevonden worden (Grontmij & COWI, 2013).

Het Grontmij onderzoek uit 2013 toont aan dat PCB houdende materialen worden teruggevonden in twee-onder-één kap woningen, vrijstaande woningen, kantoorgebouwen, flatgebouwen en openbare gebouwen in Denemarken.

Daarnaast zijn PCB-houdende materialen ook toegepast in gebouwen van het Deense ministerie van Defensie. In het onderzoek van Grontmij en COWI (2013) zijn 107 materiaalmonsters genomen uit werkplaatsen, 78 monsters uit kantoren en 103 monsters uit barakken.

Van deze gebouwen bevat respectievelijk 46 %, 49 % en 16 % materialen met een PCB-gehalte hoger dan 50 mg/kg. Elastische afdichtingsmiddelen zijn voornamelijk uitpandig toegepast in kantoren en werkplaatsen. Maar één keer is een inpandig elastisch afdichtingsmiddel gevonden met een PCB-concentratie boven de 5.000 mg/kg. Het onderzoek toont aan dat in 35 % van de onderzochte werkplaatsen en 42 % van de onderzochte kantoren verf met een PCB-gehalte boven de 50 mg/kg zijn teruggevonden.

Op basis van verschillende enquêtes en onderzoeken heeft Grontmij een inschatting gemaakt van het aandeel gebouwen waarin PCB's teruggevonden kunnen worden. Deze inschatting is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 5.3 Resultaten onderzoek Grontmij (2013) naar hoeveelheden gebouwen (1950-1970) met PCB-houdende materialen uitgesplitst per PCB-concentratie (90% zekerheidsinterval)

Gebouwtype	≥0,1 mg/kg	≥50 mg/kg	≥5.000 mg/kg
Vrijstaande woning en twee-onder-één kap	67 % - 79 %	13 % - 24 %	4 % - 11 %
Appartementencomplex of flat	84 % - 95 %	24 % - 40 %	7 % - 18 %
Privaat kantoorgebouw	60 % - 86 %	23 % - 51 %	8 % - 30 %
Openbare gebouwen en overheidskantoren	In afdichtingsmiddelen	In afdichtingsmiddelen	In afdichtingsmiddelen
	22 % - 27 %	10 % - 13 %	6 % - 9 %
	In verf en vloeren	In verf en vloeren	In verf en vloeren
	62 % - 83 %	11 % - 30 %	1 % - 13 %

De 1^e categorie gebouwen wordt gedefinieerd op basis van een PCB-gehalte van meer dan 0.1 mg/kg. Wanneer deze waarde wordt overschreden wordt het materiaal in Denemarken gezien als PCB-houdend en dient het na verwijdering vernietigd te worden of onder strenge voorwaarden te worden gestort, zie paragraaf 5.2.1. De 2^e categorie gebouwen wordt gedefinieerd door de waarde 50 mg/kg, de waarde vanaf wanneer het materiaal als een gevaarlijke afvalstof gezien moet worden. De laatste categorie gebouwen wordt gedefinieerd op basis van een PCB-gehalte boven 5.000 mg/kg.

Het totale PCB-gebruik in Denemarken wordt geschat op 1.100 tot 2.000 ton binnen de periode 1950 tot 1983 (Danish Health and Medicines Authority, 2013). De hoeveelheid PCB's toegepast in open bronnen is niet bekend. Grontmij (2013) schatte in 2013 in dat er nog 17 tot 87 ton aan PCB's aanwezig zijn in open toepassingen in Deense gebouwen.

5.2.2.2 Duitsland

Onderzoek in Duitsland heeft aangetoond dat de volgende materialen in gebouwen mogelijk PCB's bevatten:

- Raamkitten
- Plafondplaten (oorspronkelijk in de brandwerende coating)
- Verf
- Elastische afdichtingsmiddelen
- Lak
- Lijm
- Kabelmantels

PCB's zijn voornamelijk toegepast in bovenstaande materialen door de brandwerende en weekmakende karakteristieken. Als weekmakers werden producten gebruikt die tot 60 gewichtsprocent uit PCB's bestonden (Kieper et al., 2011).

De bovengenoemde PCB-houdende materialen worden hoofdzakelijk teruggevonden in gebouwen waar gebruik gemaakt is van betonnen prefab onderdelen. Dit betreffen voornamelijk openbare gebouwen en kantoorgebouwen. Ook in de bouw van flatgebouwen is veelvuldig gebruik gemaakt van prefab betonnen onderdelen welke mogelijk met PCB-houdende kisten met elkaar zijn verbonden.

PCB houdende materialen worden in Duitsland voornamelijk in gebouwen gerealiseerd in de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw teruggevonden (Obenland & Pfeil, 2004). Door het verbod op PCB-productie en gebruik eind jaren 70 worden PCB houdende materialen niet verwacht in gebouwen gerealiseerd vanaf 1980 (Kieper et al., 2011).

Onderzoek in de stad Hagen door Kieper et al. liet zien dat van de 61 openbare gebouwen die gebouwd zijn voor 1980 16 gebouwen PCB-binnenlucht concentraties van meer dan 300 ng/m³ bevatten. Deze gebouwen betroffen basisscholen, sportfaciliteiten, middelbare scholen en overige openbare gebouwen. Van 3 van deze 16 gebouwen betrof de concentratie PCB's in de binnenlucht meer dan 3000 ng/m³. 6 van de 16 onderzochte gebouwen hadden een concentratie PCB's in de binnenlucht tussen 1000 ng/m³ en 2000 ng/m³. Ook zijn er hoge concentraties PCB's in binnenlucht van 3.580 ng/m³ gemeten in de garage van een brandweerkazerne, afkomstig van PCB houdende vloerverf (Geschellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung, 2004). Metingen naar de precieze gehalten in desbetreffende verven, lakken en voegen zijn niet opgenomen in voorliggend onderzoek.

In Duitsland is ongeveer 24.000 ton PCB's toegepast in open toepassingen. Hiervan betreft ongeveer 20.000 ton toepassing in afdichtingsmiddelen. De overige 4.000 ton zijn toegepast in verf, lakken, kunststoffen en overige materialen (Weber, 2013).

Het is niet bekend hoeveel ton PCB's er op dit moment nog in gebouwen aanwezig is.

5.2.2.3 Frankrijk

Er is geen structurele informatie beschikbaar of er PCB-houdende materialen zijn toegepast in gebouwen in Frankrijk. Er zijn anekdotische aanwijzingen over PCB's in de volgende toepassingen (Persoonlijke communicatie, TAUW Frankrijk):

- In beton onder/bij transformatoren als gevolg van gelekte olie
- In funderingen en bekistingsmateriaal van funderingen, omdat PCB houdende olie is gebruikt als lossingsmiddel voor de bekisting
- In condensatoren

5.2.2.4 België

In België zijn PCB's toegepast in de volgende materialen:

- Brandvertragende coatings
- Gechloreerde rubberverf
- Vinyl chloride verf
- Latex verf
- Elastische afdichtingsmiddelen
- Beton
- Mastiek

Er is geen literatuur beschikbaar waarin de concentraties PCB's in materialen in België uiteengezet wordt. Echter is er wel een inventarisatie uitgevoerd naar de hoeveelheden toegepaste PCB's in bovengenoemde materialen, en de periode waarbinnen deze toegepast zijn. In onderstaande tabel zijn deze weergegeven.

Tabel 5.4 Overzicht toepassing PCB-houdende materialen (OSPAR Commission, 2004)

Type materiaal	Toepassing	Hoeveelheid in ton
Brandvertragende coatings	Tot 1973	>0
Gechloroerde rubberverf	Tot 1973	2.625
Vinyl chloride verf	Tot 1973	800
Latex verf	Tot 1963	45
Elastisch afdichtingsmateriaal	Tot 1973	63
PCC beton	Tussen 1960 en 1969	40
Totaal (afgerond)		4000

5.2.2.5 Verenigd koninkrijk

Er is geen literatuur beschikbaar waarin de verschillende open toepassingen van PCB's uiteengezet zijn. Onderzoek van DEFRA (2002) geeft echter aan dat er in totaal ongeveer 25.000 ton PCB's in open toepassingen zijn gebruikt.

5.2.2.6 Zwitserland

Onderzoek in Zwitserland door de Bundesamt für Gesundheit (2002) en Glüge et al. (2017) heeft de volgende materialen geïdentificeerd als potentieel PCB-houdend:

- Elastische afdichtingsmiddelen
- Plafondplaten
- Raamkitten
- Anti-corrosie verf
- Lak
- Plastics
- Kabelmantel

In een onderzoek van Köhler et al. (2005) zijn 1.348 monsters genomen van afdichtingsmiddelen in gebouwen met een bouwjaar tussen 1950 en 1980. Van deze monsters bevatte 48 % PCB's. In 21 % van de monsters werd een PCB-gehalte boven de 10 g/mg gevonden en in 9,6 % van de monsters een PCB-concentratie van meer dan 100 g/kg. In totaal werd bij 42 % van de monsters een PCB-concentratie gemeten van meer dan 50 mg/kg.

In Zwitserland worden PCB-houdende materialen verwacht in gebouwen welke zijn gebouwd of verbouwd tussen 1955 en 1975. PCB-houdende afdichtingsmiddelen worden voornamelijk verwacht in gebouwen waar veel prefab betondelen zijn gebruikt. De PCB-houdende materialen zijn dan voornamelijk de dilatatievoegen en raamaansluitvoegen.

Onderzoek van Glüge et al. (2017) laat zien dat er bij benadering ongeveer 1750 ton PCB's zijn toegepast in open toepassingen in Zwitserland. Het is onbekend hoeveel PCB's er momenteel nog in gebouwen aanwezig zijn.

5.2.2.7 Finland

In Finland zijn PCB's toegepast in de volgende producten:

- Elastische afdichtingsmiddelen
- Rubber verf
- Vinyl verf

Onderzoek van Hellman et al. (2008) naar het voorkomen van PCB's in verf in Finland omvatte monstername in 23 verschillende gebouwen. Dit betroffen 8 scholen, 7 voormalige industriële panden en 8 gebouwen van het Finse Ministerie van Defensie. Van 20 % van de verfmonsters genomen in deze panden bedroeg het PCB-gehalte meer dan 50 mg/kg. De hoogste concentratie werd gevonden in de vloerverf van een betonnen vloer in de kelder van een school.

Deze concentratie bedroeg 102.900 mg/kg. De meeste verfmonsters met een PCB-gehalte hoger dan 50 mg/kg betreft verf oorspronkelijk aangebracht in de jaren 50 van de vorige eeuw.

Een vervolgonderzoek door Hellman et al. (2010) laat zien dat de concentraties PCB in verf verschilt per toepassing. In dit onderzoek bedroeg de concentratie PCB's in de verf op de betonvloer 8.751 mg/kg en de concentratie PCB's in de muurverf 23 mg/kg.

5.2.2.8 Zweden

In Zweden is bekend dat PCB's zijn toegepast in de volgende materialen:

- Elastische afdichtingsmiddelen
- Non-slip vloer verf
- Afdichtingen van dubbel glas

In 2007 is in Zweden een campagne gestart om PCB's in open toepassingen te identificeren en te saneren. Dit betroffen gebouwen welke tussen 1956 en 1973 gebouwd of verbouwd zijn. In ongeveer 25 % van de onderzochte gebouwen zijn PCB-houdende afdichtingsmiddelen of vloercoatings gevonden. In 2016 was ongeveer 70 % tot 85 % van de gebouwen gesaneerd. Naar schatting bevindt zich echter nog tussen de 20 en 50 ton PCB's in afdichtingsmateriaal en vloercoatings (Lotoft, 2017).

5.2.3 Overeenkomsten en verschillen

Tussen de verschillende onderzochte landen bestaan enkele overeenkomsten. Allereerst blijkt uit de literatuur dat in Duitsland, Zwitserland, Zweden, en Denemarken dat PCB's zijn toegepast in elastische afdichtingsmiddelen. Onderzoek uit Duitsland, Zwitserland en Denemarken toont aan dat de concentraties PCB's in elastische afdichtingsmiddelen ver boven de 50 mg/kg grens voor gevaarlijk afval kunnen liggen.

Daarnaast is gebleken dat in Denemarken en Finland verf is toegepast waaraan PCB's kunnen zijn toegepast. In Denemarken en Finland zijn hoge concentraties PCB's in verf teruggevonden in vloerverven van kelders.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de jaren waarbinnen PCB-houdende materialen in gebouwen zijn toegepast per onderzocht land.

Tabel 5.5 Overzicht periode toepassing PCB-houdende materialen in gebouwen

Land en literatuurbron	Beginperiode	Eind periode
Denemarken (Grontmij & COWI, 2013)	1950	1977 voor bouwmaterialen 1986 voor TL-lampen
Duitsland (Obenland & Pfeil, 2004)	1960	1980
Frankrijk	Onbekend	Onbekend
België	Onbekend	1973
Verenigd Koninkrijk	Onbekend	Onbekend
Zwitserland (Bundesamt für Gesundheit, 2002)	1955	1975
Finland (Hellman et al., 2008)	1956	1975
Zweden (Lotoft, 2017)	1956	1973

5.3 In welke periode zijn in Nederland mogelijk PCB's in bouwmaterialen toegepast?

In Nederland zijn nooit actief en grootschalig open toepassingen van PCB's geïdentificeerd. De enige afbakening van een gebruikperiode kan worden gegeven door te kijken naar de wetgeving. In Nederland zijn in 1972 afspraken gemaakt met het bedrijfsleven om geen PCB's meer toe te passen in de open toepassingen. Hierdoor kan aangenomen worden dat bouwmaterialen met PCB's na 1972 niet meer of enkel nog zeer beperkt zijn toegepast. In 1979 werd vervolgens in Nederland het PCB-besluit van kracht waarin het gebruik van PCB's beperkt werd tot gesloten systemen (Bruinen de Bruin & Janssen, 2012). Het legale gebruik van PCB's in bouwmaterialen loopt hierdoor tot 1979. Het is onbekend wanneer men in Nederland is begonnen met het toepassen van PCB's in bouwmaterialen. Literatuur over de toepassing van PCB's in het buitenland, zie voorgaande paragraaf 5.2, wijst op het gebruik van PCB's in gebouwen in die landen startend vanaf de jaren 50. Echter, door gebrek aan onderzoek en informatie over de Nederlandse situatie is niet eenduidig te stellen binnen welke periode PCB-houdende bouwmaterialen in Nederland toegepast zijn.

5.4 Om welke materialen gaat het dan in Nederland en in welke concentraties?

Doordat er in Nederland niet grootschalig gemeten wordt naar PCB-gehalten in bouwmaterialen is het niet mogelijk om in zijn algemeenheid te bepalen welke materialen in Nederland potentieel PCB's bevatten en om welke concentraties het dan gaat.

In Nederland zijn echter wel minimaal in vier gevallen metingen verricht naar PCB's in bouwmaterialen. Het eerste geval betreft de Maastunnel te Rotterdam.

Tijdens de renovatie van de Maastunnel kregen bouwvakkers last van chlooracné. Na luchtmetingen bleek dat er een verhoogd gehalte PCB's in de lucht werd aangetroffen. Naar aanleiding hiervan zijn in de tunnel diverse materialen getest op hun PCB-gehalte. Hieruit bleek dat de coating over het betonnen plafond PCB's bevatte. In de 2 millimeter dikke coating werd 99,9 % van de totale concentratie PCB's teruggevonden. Vervolgens is de 2 millimeter dikke coating en 1 millimeter van het onderliggende beton verwijderd (Persoonlijke communicatie RIVM, 2023). Daarnaast voert BBA Binnenmilieu WELL certificeringen van kantoorgebouwen uit. Tijdens deze certificering worden diverse thema's die de gezondheid in gebouwen beïnvloeden onderzocht. Uit luchtmetingen in 6 kantoorgebouwen gebouwd voor 1980 kwamen verhoogde PCB-concentraties in de binnenlucht. Als gevolg van deze constatering zijn er metingen uitgevoerd op de kisten welke aanwezig waren in desbetreffende kantoorgebouwen. Deze metingen gaven PCB-concentraties in kisten variërend van 1.300 mg/kg tot 53.000 mg/kg (Persoonlijke communicatie BBA Binnenmilieu).

Het is ook bekend dat asbesthoudende dakplaten voorzien kunnen zijn van een PCB-houdende coating. Wanneer deze dakplaten verweren kunnen er PCB-verontreinigingen in de bodem ontstaan op de plekken waar het hemelwater van de dakplaten loopt (RUD, zonder datum)

Tot slot is er bekend dat er PCB-houdende materialen zijn toegepast in een Rijkswaterstaat laboratorium in Haren. In het rapport van Bruinen de Bruin & Janssen (2012) zijn presentatie dia's opgenomen uit een presentatie door het voormalige Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Deze dia's laten zien dat in het laboratorium bouwmaterialen met daarin PCB's zijn toegepast. De onderzochte rubberkit bestond voor 6 % uit PCB.

Op basis van de gegevens uit de onderzochte landen en de hierboven genoemde voorbeelden bestaan er signalen dat er PCB-houdende materialen zijn toegepast in Nederland. Zonder aanvullende metingen of inventarisaties is echter niet met zekerheid te zeggen hoeveel PCB's in Nederland in open bronnen zijn toegepast, welke materialen in Nederland PCB's bevatten en welke concentratie PCB's hier vervolgens in kunnen zitten.

5.5 Is onderscheid te maken in type gebouwen/bouwwerken waarin PCB's zijn toegepast in Nederland (op basis van jaartal; functie; locatie)?

Op basis van de voorbeelden uit vorige paragraaf is enkel bekend dat PCB-houdende materialen zijn toegepast in een Nederlandse tunnel, 4 kantoorgebouwen, asbestdaken en een laboratorium. Gezien het feit dat in het buitenland PCB-houdende materialen voorkomen in openbare gebouwen, kantoren, flatgebouwen, gebouwen van ministeries van Defensie, vrijstaande woningen en twee-onder-één kap woningen is het niet ondenkbaar dat PCB-houdende materialen ook in Nederland in vergelijkbare gebouwen worden teruggevonden. Zonder aanvullende metingen of inventarisaties is echter niet met zekerheid te stellen of deze aannames terecht zijn.

Gelet op de gemaakte afspraken met het bedrijfsleven zullen dit voornamelijk gebouwen betreffen die zijn gebouwd of verbouwd voor 1972. Rekening houdend met het verbod van het toepassen van PCB's in open toepassingen in 1979 in Nederland zullen PCB-houdende materialen niet meer legaal zijn toegepast in gebouwen na 1979.

De voorschakelapparatuur welke onderdeel is van verlichting in gebouwen bevat een condensator. Condensatoren van voor 1970 zijn PCB-houdend. Condensatoren van tussen 1970 en 1982 zijn potentieel PCB-houdend (Bodem+, zonder datum). Hierdoor is het mogelijk dat er tot 1982 PCB-houdende verlichting is geïnstalleerd in gebouwen.

5.6 Om hoeveel gebouwen/bouwwerken gaat het dan potentieel in Nederland?

De exacte hoeveelheid gebouwen die potentieel PCB-houdende materialen bevat is onbekend. Deze hoeveelheid kan enkel ingeschat worden op basis van informatie uit het buitenland. Deze inschatting is gebaseerd op de aanname dat de Nederlandse situatie 1-op-1 overeenkomt met de buitenlandse situatie. Deze aanname valt echter niet te toetsen, dus de getallen in deze paragraaf kunnen afwijken van de werkelijkheid.

Op basis van beschikbare data uit literatuur over het voorkomen van PCB-houdende materialen in gebouwen in het buitenland kan een grove inschatting gegeven worden voor het aantal gebouwen in Nederland die potentieel PCB-houdende materialen bevatten.

Alleen in Denemarken is een landsbreed onderzoek naar PCB's uitgevoerd. Dit onderzoek, uitgevoerd door Grontmij en COWI onder begeleiding van verscheidene Deense overheidsinstanties, heeft door heel het land diverse gebouwtypen onderzocht op het voorkomen van PCB's in de binnenlucht en het voorkomen van PCB's in de toegepaste bouwmaterialen. Een onderzoek op de schaal van dit Deense onderzoek is in geen enkel van de andere onderzochte landen zo uitvoerig uitgevoerd. Het Deense onderzoek vertaalt de analyseresultaten van een groot aantal monsternemingen en analyses naar een potentiële hoeveelheid Deense gebouwen die PCB-houdende materialen bevatten. De enige beschikbare methode die onderscheid maakt tussen de verschillende gebouwtypes om te komen tot een inschatting van de potentiële hoeveelheid gebouwen met PCB-houdende materialen betreft de methode uit het onderzoek van Grontmij & COWI. Hierdoor is de keuze gemaakt om de potentiële hoeveelheid gebouwen met PCB-houdende materialen in Nederland in te schatten met behulp van de gegevens uit het Deense onderzoek.

Als de gegevens over het voorkomen van gebouwen met PCB-houdende materialen uit het onderzoek van Grontmij worden gecombineerd met gegevens uit de BAG kan deze inschatting worden gegeven.

Het is echter onbekend in hoeverre de toepassing van PCB-houdende materialen in Denemarken overeenkomt met de toepassing van PCB-houdende materialen in Nederland. Het is daardoor onbekend wat de betrouwbaarheid is van de uitkomsten wanneer een directe vertaalslag wordt gemaakt tussen de Deense gegevens en de Nederlandse gegevens. De schatting geeft enkel een indicatie van de schaalgrootte van het potentiële probleem en moet niet gezien worden als een exacte benadering.

Onderstaand is op deze manier een inschatting gemaakt van de hoeveelheid gebouwen met potentieel PCB-houdende materialen.

De berekening is uitgevoerd op panden met een bouwjaar tussen 1950 en 1975. De bovengrens van 1975 is gekozen doordat dit jaar midden tussen het formele verbod op het PCB-gebruik in open toepassingen en de afspraak met het bedrijfsleven ligt.

Ten tijde van de berekening (7 december 2023) bevatte het BAG 10.941.248 panden.

3.288.704 panden hebben een bouwjaar tussen 1950 en 1975.

In onderstaande tabel zijn de categorieën gebouwen uit het onderzoek van Grontmij weergegeven naast de kenmerken van gebouwen uit het BAG die overeenkomen. Daarnaast is ook weergegeven hoeveel gebouwen in Nederland voldoen aan deze criteria.

Voor de Grontmij categorie vrijstaande woningen en 2-onder-1 kap woningen is het niet mogelijk om uit het BAG hoeveelheden panden te bepalen.

Tabel 5.6 Overzicht hoeveelheden gebouwen die voldoen aan de criteria

Categorie gebouw uit Grontmij & COWI (2013)	Bijbehorende kenmerken uit het BAG	Hoeveelheid gebouwen uit de BAG die voldoen aan criteria
Appartementencomplex of flat	Bouwjaar: Tussen 1950 en 1975 Aantal verblijfsobjecten: >1 Gebruiksfuncties: Woonfunctie of Woonfunctie in combinatie met een andere functie	122.104
Privaat kantoorgebouw	Bouwjaar: Tussen 1950 en 1975 Functie: Kantoorfunctie of Kantoorfunctie met industriefunctie	6.863
Openbare gebouwen en overheidskantoren	Bouwjaar: Tussen 1950 en 1975 Functie: bijeenkomst-, cel-, gezondheids-, onderwijs-, sportfunctie en kantoorfunctie of bijeenkomst-, cel-, gezondheids-, onderwijs-, sportfunctie los	16.683
Totaal:		145.650

In onderstaande tabel zijn deze hoeveelheden gebouwen afgezet tegen het voorkomen van PCB-houdende materialen met een PCB-concentratie van meer dan 50 mg/kg in Denemarken. Dit houdt in dat deze gebouwen potentieel materialen kunnen bevatten met een PCB-concentratie van meer dan 50 mg/kg, uitgaande van de directe vertaalslag van de Deense methode naar de Nederlandse situatie. Het Deense onderzoek rekent met een betrouwbaarheidsinterval van 90 %. Hierdoor zijn in onderstaande tabel een ondergrens en bovengrens aangegeven. Deze is direct overgenomen uit Grontmij & COWI (2013) doordat niet bekend is of deze waardes direct toepasbaar zijn in de Nederlandse context of hiervan afwijken.

Tabel 5.7 Boven en ondergrens aantal gebouwen met potentieel PCB-houdende materialen (concentratie >50 mg/kg) in Nederland, gebaseerd op resultaten onderzoek Grontmij & COWI (2013) naar hoeveelheden gebouwen met PCB-houdende materialen

Gebouwtype	Ondergrens aandeel gebouwen met PCB-houdende materialen uit Grontmij	Bovengrens aandeel gebouwen met PCB-houdende materialen uit Grontmij	Aantal gebouwen in Nederland, ondergrens	Aantal gebouwen in Nederland, bovengrens
Appartementencomplex of flat	24 %	40 %	29.305	48.842
Privaat kantoorgebouw	23 %	51 %	1.579	3.501
Openbare gebouwen en overheidskantoren	10 % in afdichtings- middelen 11 % in verf en vloeren	13 % in afdichtings- middelen 30 % in verf en vloeren	1.669 in afdichtings- middelen 1.836 in verf en vloeren	2.169 in afdichtings- middelen 5.005 in verf en vloeren

Uit de bovenstaande berekening blijkt dat het aantal gebouwen waarin potentieel materialen zijn toegepast met een PCB-gehalte boven de grens die geldt voor gevaarlijk afval, 50 mg/kg, circa 57.348 gebouwen bedraagt in het meest uitgebreide scenario, uitgaande van de bovengrenzen uit Grontmij & COWI (2013) Hierbij is ervan uitgegaan van de methode die in Denemarken is toegepast ook direct in Nederland kan worden toegepast doordat het gebruik van PCB-houdende materialen tussen de twee landen niet verschilt.

De aantallen gebouwen in bovenstaande tabellen betreffen enkel schattingen. De betrouwbaarheid van bovenstaande getallen is afhankelijk van de kwaliteit van de BAG-data en de aanname dat er een overeenkomst is tussen de Deense gebouwen en de Nederlandse gebouwen. Doordat de BAG-data enkel is gefilterd op bouwjaar zullen gebouwen welke voor 1950 zijn gebouwd maar wel tussen 1950 en 1975 zijn gerenoveerd niet meegenomen zijn in bovenstaande getallen. De getallen in bovenstaande tabellen dienen enkel als een grove inschatting die een orde van grote weergeeft. Om een nauwkeurigere benadering te kunnen geven zullen er in Nederland aanvullende metingen moeten worden verricht.

5.7 Wat is dan (potentieel) de omvang van PCB-houdende afvalstromen in Nederland?

Er is niet bekend hoeveel PCB's er in open toepassingen in Nederland aanwezig zijn. Om daar met enige zekerheid een schatting van te kunnen maken zal via metingen een indruk moeten worden verkregen van de (eventuele) aanwezigheid van PCB's in verschillende typen gebouwen. Op basis van een dergelijke steekproef kan dan worden geëxtrapoleerd naar heel Nederland.

In theorie kan de potentiële omvang van de PCB-houdende stromen worden benaderd op basis van de gegevens uit paragraaf 5.6 en schaarse hoeveelheidsgegevens per gebouw uit het buitenland. Echter de gegevens in paragraaf 5.6 zijn al een schatting op basis van gegevens uit Denemarken. Een schatting op basis van de gegevens in paragraaf 5.6 zou dus een schatting zijn gebaseerd op een schatting. Omdat de bouw van huizen in Denemarken niet geheel gelijk is aan die in Nederland vinden we deze manier van benaderen van de hoeveelheid PCB's niet verantwoord.

Om toch een benadering te geven van de hoeveelheid PCB's in open toepassing in Nederland is gekeken naar de hoeveelheden PCB's in open toepassingen in de ons omringende landen. Op basis van de hoeveelheid PCB's per inwoner kan dan een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid PCB's in open toepassingen in Nederland. Via die methode komt de hoeveelheid PCB's in open toepassingen in Nederland uit op ongeveer 6.000 ton PCB's. Deze benadering moet niet als een absoluut gegeven worden gezien. De omstandigheden in Nederland kunnen afgeweken hebben van de omstandigheden in de ons omringende landen.

5.8 Hoe verhoudt de waarde uit Annex IV van de POP-verordening zich tot de waarden voor PCB-houdende afvalstoffen uit de Handreiking EURAL?

Aan afvalstoffen wordt een Euralcode toegekend. De term Eural is een afkorting voor Europese Afvalstoffenlijst. Dit is een lijst die door de Europese commissie is opgesteld om de indeling van afvalstoffen te vergemakkelijken en te harmoniseren in Europa. Een Euralcode is een code waarmee (in grote lijnen) de herkomst van afvalstoffen is vastgelegd, en of een afvalstof gevaarlijk (aangeduid met een asterisk (*)) of niet-gevaarlijk is (zonder asterisk). Bouw- en sloopafval heeft een code die begint met 17. In Nederland is in de Regeling Europese afvalstoffenlijst² een verwijzing opgenomen naar de Europese afvalstoffenlijst.

² [Regeling Europese afvalstoffenlijst](#)

In de Europese afvalstoffenlijst (2000/532/EG aangepast door besluit 2014/955/EU³) staat het volgende:

*Afval dat polychloordibenzo-p-dioxinen en polychloordibenzofuranen (pcdd's en pcdf's), DDT (1,1,1-trichloor-2,2-bis(4-chloorfenyl)ethaan), chloordaan, hexachloorcyclohexanen (inclusief lindaan), dieldrin, endrin, heptachloor, hexachloorbenzeen, chloordecon, aldrin, pentachloorbenzeen, mirex, toxafeen hexabroombifenyl en/of **pcb** bevat in concentraties die hoger zijn dan de concentratiegrenswaarden van bijlage IV bij Verordening (EG) nr. 850/2004 van het Europees Parlement en de Raad, wordt ingedeeld als gevaarlijk afval.*

De verordening (EC) 850/2004/EG waarnaar wordt verwezen is de POP verordening die de Europese implementatie is van het verdrag van Stockholm. Deze verordening is in juni 2019 herschikt en draagt nu de codering (EU) 2019/1021.

Op pagina 22 van de Nederlandse Handreiking EURAL staat in paragraaf 4.4 toegelicht dat een afvalstof die een POP bevat in concentraties hoger dan de norm in de POP verordening moet worden geclassificeerd als gevaarlijke afvalstof. In paragraaf 6.19 van de handreiking op pagina 55 en 56 staat meer informatie over PCB-houdend afval.

Notabene: in de Handreiking Eural wordt nog verwezen naar de POP-verordening voor herschikken. De concentratiegrenswaarden voor PCB's en de analysemethoden voor het bepalen van de concentraties zijn echter niet veranderd. In paragraaf 4.4 wordt de lezer er ook op gewezen dat die zelf moet controleren of de grenswaarden zijn aangepast sinds de handreiking is gepubliceerd.

5.9 Leidt niet-gescheiden verwerking van Bouw en sloopafval met mogelijk PCB-houdende materialen tot enig risico voor mens en milieu? Zo ja, is aan te wijzen welk materiaal (welk) risico met zich brengt?

Als er PCB-houdend sloopafval vrijkomt bij het slopen van een gebouw of werk en als dit afval niet gescheiden wordt verwerkt dan kan er blootstelling ontstaan in verschillende stappen van de verwerkingsketen. Of dit in Nederland daadwerkelijk het geval is hebben we niet kunnen achterhalen. We hebben navraag gedaan bij de Nederlandse Arbeidsinspectie en daar zijn de afgelopen jaren geen meldingen binnengekomen over dit onderwerp. Navraag bij Arbodienst Van Altena & de Jongh laat zien dat er geen meldingen gedaan worden over letsel of lichamelijke klachten ten gevolge van blootstelling aan PCB's uit bouwmaterialen.

De stappen in de keten waar blootstelling zou kunnen ontstaan beschrijven we in de onderstaande sub-paragrafen. Dit begint met het slopen en eventueel sorteren van gemengd bouw en sloopafval. Vervolgens beschrijven we de verwerking van de verschillende afvalstromen die eventueel PCB's kunnen bevatten.

³ [L_2014370NL.01004401.xml \(europa.eu\)](#)

5.9.1 Werkzaamheden bij slopen

Voordat een gebouw gesloopt wordt er een voorinspectie/stoffeninventarisatie uitgevoerd. In de huidige Nederlandse praktijk worden PCB's daar niet in meegenomen. Uitzondering hierop zijn gebouwen waarin transformatoren staan, als die aanwezig zijn dan wordt daar rekening mee gehouden. Het is dus over het algemeen niet bekend of en hoe veel PCB's aanwezig zijn in het te slopen gebouw.

Het Bouwbesluit 2012 verplicht in afdeling 8.2 om vrijkomende bouw- en sloopafval deugdelijk te scheiden. Wat 'deugdelijk' is wordt verder uitgewerkt in de Regeling bouwbesluit 2012. In die regeling staat in artikel 4.1 welke stoffen gescheiden moeten worden gehouden bij bouw- en sloopwerkzaamheden. De eerste categorie afvalstoffen die gescheiden moet worden gehouden wordt als volgt benoemd:

a. als gevaarlijk aangeduide afvalstoffen als bedoeld in hoofdstuk 17 van de afvalstoffenlijst bedoeld in de [Regeling Europese afvalstoffenlijst](#), voor zover deze stoffen niet in de onderdelen b tot en met j van dit lid zijn opgenomen;

Alle afvalstoffen met PCB's in een concentratie boven de 50 mg/kg worden volgens de Regeling Europese afvalstoffenlijst als gevaarlijk aangeduid. Om te weten hoe de afvalstoffen volgens de wet moeten worden gescheiden is er dus inzicht nodig in de gehalten PCB's. Inzicht dat er in de praktijk vaak niet is.

Het werkelijk slopen van een gebouw gebeurt in de regel in twee fasen: Eerst worden in de voorsloop (handmatig) de gescheiden te houden materialen verwijderd. Daarna wordt in de hoofdsloop machinaal het karkas van het gebouw gesloopt.

De meeste kans op blootstelling van sloopmedewerkers ontstaat in de voorsloop als producten en materialen waarin PCB's aanwezig zijn worden verwijderd. Het gaat dan om het (handmatig) verwijderen van ramen en kozijnen, vloerbedekking en plafondplaten. Ook TI-armaturen met daarin PCB houdende ballastcondensatoren worden handmatig verwijderd. Naast direct contact met de PCB houdende materialen, en het inademen van de PCB's die uitdampen uit de producten ontstaan er ook risico's door inademing van stof dat PCB's bevat.

In Duitsland en Denemarken zijn er werkvoorschriften voor het saneren van PCB houdende materialen en producten in een gebouw. De werkzaamheden die bij een sanering worden uitgevoerd zijn vergelijkbaar met het voorslopen van gebouwen waarin PCB's aanwezig zijn. In de werkvoorschriften voor saneringen zijn maatregelen opgenomen die de risico's moeten verkleinen. Denk hierbij aan:

- Stofdicht afschermen van de werkplek
- Eenmalige werkkleding gebruiken (full cover pak klasse 4/5)
- Geschikte handschoenen dragen (Nitril)
- Geschikte ademhalingsbescherming (P3-filter, of A2P3 filters bij stoffige werkzaamheden, of ademhalingstoestellen met luchttoevoer)
- Veiligheidsbril
- Afzuigen van stof van gereedschappen en geschikte stoffilters(schuurmachines/verfkrabbers)

De eisen die aan saneringswerkzaamheden in het buitenland worden gesteld laten impliciet zien dat er zonder maatregelen onaanvaardbare risico's verbonden zitten aan handmatig saneren/slopen van de PCB-houdende delen van gebouwen.

Bij de hoofdsloop ontstaat ook risico van emissies naar de omgeving. Als PCB's aanwezig zijn in het deel van het gebouw dan met een sloopkraan wordt afgebroken kan stof met daarin PCB's verspreid worden naar de omgeving. Dit kan worden beperkt door te sproeien met water zodat er minder stof wordt verspreid. Hoe groot de emissie naar de omgeving is kan nu niet worden ingeschat.

Hoewel het niet echt gaat om slopen is het goed om te vermelden dat er bij zandstralen van oppervlakken die behandeld zijn met PCB houdende verf veel PCB kan vrijkomen in de omgeving. Bij het zandstralen van een brug over de Elbe is berekend dat er ongeveer 100 kg PCB's (Balsmitter 6) in de Elbe terecht zijn gekomen (ELSA, 2016). Bij zandstralen van PCB houdende verf kan uiteraard ook gemakkelijk PCB houdend stof worden ingeademd.

In de Maastunnel waren PCB's aanwezig in de coating op de binnenzijde van de voetgangers- en fietstunnel. Bij schoonmaakwerkzaamheden aan die tunnel hebben mensen chlooracné opgelopen door blootstelling aan de PCB's in die coating. Nadat de werkers chlooracné kregen als gevolg van de werkzaamheden zijn de PCB's in de coating geïdentificeerd als bron van de klachten. Vervolgens is de coating tijdens de renovatie, die in 2020 is afgerond, verwijderd met een speciaal daarvoor ontwikkelde machine, waarbij uitgebreide beschermende maatregelen zijn toegepast om medewerkers en de omgeving te beschermen. Dit is echter het enige geval waarvan bij ons bekend is dat er acuut lichamelijke klachten en letsel is opgetreden door blootstelling aan PCB's uit bouw materiaal in Nederland.

Geconcludeerd kan worden dat onbekend is of en hoeveel PCB's in bouwwerken aanwezig zijn, maar dat als er PCB's aanwezig zijn en er worden geen maatregelen getroffen dat er risico's kunnen ontstaan voor de menselijke gezondheid.

5.9.2 Transport

Nadat een gebouw gesloopt is wordt het vrijkomende afval getransporteerd naar een afvalverwerker. PCB-houdend afval in contact met lucht geeft PCB's af aan de lucht (Arp et al. 2020). Bij het laden en lossen kan met stof ook PCB vrijkomen. Dit kan worden voorkomen door het afval nat te houden. Hoe groot de vrijkomende hoeveelheid PCB's is hangt van veel factoren af en kan op dit moment niet worden ingeschat. Daarom kunnen ook de risico's niet worden ingeschat.

5.9.3 Sortering van gemengd bouw en sloopafval

Veel van de materialen waarin PCB's kunnen zitten of waar bijvoorbeeld PCB houdende kit aan kan hangen komen terecht in gemengd bouw en sloopafval. In Nederland wordt dit gemengde afval eerst gesorteerd over een sorteerlijn waarna verschillende fracties vrijkomen.

De fracties waar naar verwachting PCB-houdend afval voor kan komen zijn:

- Houtfractie (aanhangende kit of PCB's zijn in het hout getrokken)
- Metalen (aanhangende kit met PCB's of PCB houdende verf)
- Steenachtige fracties (beton of metselwerk met aanhangende kit of verf, of waar PCB's in zijn getrokken)
- Sorteeresidu (kitresten, rubbers, vloerbedekking, stukjes plafondplaat)
- Stof dat wordt afgezogen (alle materialen waar PCB's in getrokken kunnen zijn kunnen stofdeeltjes afgeven bij verwerking over de sorteerlijn)

In de sorteerlijn ontstaat een intensief contact tussen de verschillende materialen en de lucht. Hierbij kunnen PCB's in de lucht en gebonden aan stofdeeltjes vrijkomen. Welke concentraties er in praktijk aanwezig zijn is niet bekend.

Uit een studie naar de concentraties van PCB's in lucht bij afvalverwerkers in Noorwegen bleek dat in het ergste geval 25,4 ng/m³ aan PCB's in de lucht aanwezig was, gemeten op de meest stoffige plek die in een afvalverwerkende inrichting (WEEE/ELV shredder) aanwezig was.

Naar verwachting is het aandeel PCB's in WEEE/ELV hoger dan in bouw en sloopafval, maar geeft het shredderen van WEEE/ELV veel minder stof dan het sorteren van gemengd bouw en sloopafval. Het is dan ook niet in te schatten wat de concentraties in de lucht bij sorteren van bouw en sloopafval zijn. Daarom kunnen de eventuele milieu- en gezondheidsrisico's ook niet worden ingeschat.

5.9.4 Verwerking hout met daarin PCB's

Hout wordt bij voldoende volume al gescheiden gehouden op de sloop, maar komt ook beschikbaar als een fractie uit een bouw- en sloopafvalsorteerlijn voor gemengd bouw- en sloopafval. Dit hout gaat naar een houtopwerker die het hout breekt, zeeft en ontstoft. Vervolgens gaat het hout naar een biomassacentrale, of naar de spaanplaatindustrie. Bij het afvalbeheer van hout wordt een onderscheid gemaakt tussen A-, B-, en C-hout. A-hout is schoon hout zonder behandeling. C-hout is geïmpregneerd of verduurzaamd hout. B-hout is al het hout dat niet onder A-hout of C-hout valt. C-hout moet worden vernietigd in een daarvoor geschikte biomassacentrale. Deze zijn niet beschikbaar in Nederland, maar wel in bijvoorbeeld Duitsland. A-hout en B-hout mag (na bewerking) ook naar Nederlandse biomassacentrales en wordt ook als secundaire grondstof ingezet in de spaanplaatindustrie.

In een biomassacentrale verwachten we dat een groot deel van de PCB's worden vernietigd, de rest wordt naar verwachting afgevangen in de rookgasreiniging.

Wanneer spaanplaat wordt gemaakt van het houtafval dan wordt het aangeleverde afvalhout gecontroleerd op de aanwezigheid van PCB's. Er is een norm voor de hoeveelheid PCB die aanwezig mag zijn in het afvalhout dat wordt gebruikt voor de productie van spaanplaat.

Tijdens het breken en zeven ontstaat er houtstof waarin PCB's aanwezig kunnen zijn. Inademen van dit stof kan tot gezondheidsrisico's leiden.

Wat de concentraties PCB's in de lucht bij een afvalhoutverwerkende installatie is, is niet bekend dus de risico's kunnen niet direct worden ingeschat. In het onderzoek van Arp et al. (2020) wordt gekeken naar de emissies naar water en lucht van afvalverwerkende bedrijven. Dit gaat echter niet om bedrijven die hout verwerken, maar om verwerkers van WEEE en AVI's voor brandbaar afval. De concentraties van PCB's in de lucht in de omgeving zijn in het ergste geval (bij WEEE/ELV shredden) 25,4 ng/m³. Dit is ruim onder de norm die in Duitsland wordt gehanteerd voor binnenluchtconcentraties (300 ng/m³) waarbij geen negatief effect wordt verwacht. Emissies naar lucht of bodem van de verwerking van afvalhout kunnen niet worden ingeschat. Dus ook de risico's voor mens of milieu kunnen niet worden ingeschat.

5.9.5 Verwerking van metalen met daarop PCB houdende materialen

Metalen worden meestal in de sloop apart gehouden maar kunnen ook vrijkomen in een sorteerlijn voor gemengd bouw- en sloopafval. Metalen kunnen een PCB houdende verf bevatten. Metalen worden voor uiteindelijke verwerking vaak geknipt of tot blokken geperst. De verwachting is dat tijdens deze handelingen geen extreme emissies optreden van PCB's. Van Chrom (VI) houdend schroot is bekend dat bij knippen en persen er geen risico's op blootstelling is voor mensen. Alleen bij slijpen of schuren ontstaan deze risico's. Na voorbereiding wordt het schroot omgesmolten en gewalst tot nieuwe metalen basisproducten zoals platen of profielen. Het omsmelten gebeurt bij zulke hoge temperaturen dat PCB's worden vernietigd. Als het smeltproces echter niet gesloten is, is niet uitgesloten dat PCB's kunnen ontsnappen en in de omgeving terecht komen. Welke vrachten en concentraties aan PCB's er aanwezig zijn in het Nederlandse metaal dat vrijkomt bij slopen is onbekend. Daarom kunnen de emissies en eventuele risico's voor mens en milieu niet worden ingeschat.

5.9.6 Verwerking van steenachtig materiaal met daarin PCB's

Het grootste deel van de steenachtige materialen wordt apart gehouden op de sloop. Een klein deel komt vrij uit sorteerlijnen voor gemengd bouw en sloopafval. Steenachtige materialen zoals beton- en metselpuin worden gebroken en worden vervolgens ingezet als recyclinggranulaten. Dit kan zijn in funderingen onder wegen, maar ook in nieuwe betonnen producten of bouwwerken.

Tijdens het breken van PCB houdende steenachtige materialen komt stof vrij. Dit stof kan PCB's bevatten. Wat de concentraties PCB's in de lucht in praktijk bij een breker zijn is onbekend.

Bij toepassing van PCB houdend puin kunnen emissies ontstaan naar het milieu. Dit is vooral van toepassing bij het toepassen als funderingsmateriaal onder wegen omdat het granulaat met daarin PCB's dan in een matrix ligt die PCB's relatief makkelijk op kan nemen. Ook is contact met water niet uitgesloten. Daarom worden er eisen gesteld aan bouwstoffen die in contact komen met de bodem. Voordat recyclinggranulaten mogen worden toegepast moeten zij voldoen aan de eisen uit het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit waarin eisen zijn opgenomen over gehalten PCB's. Voor de somgehalten van 7 indicator-PCB's geldt hier 0,5 mg/kg droge stof. Hiermee zijn de risico's voor het milieu als aan alle eisen wordt voldaan beperkt.

5.9.7 Verwerking van sorteeresidu met daarin PCB's

Uit een sorteerlijn voor gemengd bouw en sloopafval komt een residu vrij dat over het algemeen naar een afvalverbrandingsinstallatie wordt gebracht. Dit sorteeresidu bevat het grootste deel van de rubbers en katten waarin PCB's aanwezig kunnen zijn, maar ook delen van plafondplaten.

In de afvalverbrandingsinstallatie worden de PCB's grotendeels, maar waarschijnlijk niet volledig verbrand. Een deel van de PCB's zal in de rookgasreiniging terecht komen of in de bodemassen. De bodemassen moeten voor toepassing als bouwstof voldoen aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit. Zie ook sub-paragraaf 5.9.6. De risico's bij het verwerken van het sorteeresidu lijken daarmee beperkt.

5.9.8 Verwerking van sorteerstof met daarin PCB's.

Bij het sorteren van gemengd bouw en sloopafval komt stof vrij dat wordt afgezogen. Dit stof gaat naar verbranding. Daar worden de PCB's die in dit stof aanwezig zijn grotendeels verbrand. Een deel van de PCB's kan in de bodemassen terechtkomen en een deel wordt afgevangen in de rookgasreiniging. De risico's van het verwerken van het sorteerstof lijken daarmee beperkt.

5.9.9 Verwerking van ramen en kozijnen met daarin PCB's of daaraan kit met daarin PCB's

Glas wordt (inclusief kozijnen) apart gehouden bij de sloop als er grotere hoeveelheden glas vrijkomen, of in de gemengd bouw- en sloopafvalstroom afgevoerd. Als het glas in het gemengde bouw- en sloopafval terecht komt dan zal het niet als een monostroom vrijkomen bij sortering, maar in een puinstroom terecht komen.

Gescheiden ingezameld glas (inclusief kozijnen) wordt opgewerkt tot glasscherven die kunnen worden ingezet in de productie van nieuw glas. PCB's zullen naar verwachting nauwelijks in glas trekken, en de temperaturen bij het maken van nieuw glas zijn zo hoog dat PCB's vernietigd worden. Als het smeltproces echter een open proces is kan niet worden gegarandeerd dat een deel van de PCB's niet worden geëmitteerd.

Het kozijnenmateriaal (aluminium, hout of kunststof) kan aanhangende PCB-houdende kit bevatten, en door contact met die PCB-houdende kit kunnen er ook PCB's in het hout en kunststof zijn getrokken. Na scheiden van de kozijnenmaterialen van het glas worden deze materialen zelf ook gerecycled. Zie daarvoor de sub-paragrafen 4.9.4, 4.9.5 en 4.9.10.

Een deel van de werkzaamheden waarbij het kozijn gescheiden wordt van het glas kan handmatig worden uitgevoerd. Daarbij ontstaat een risico op blootstelling als niet voldoende veiligheidsmaatregelen worden genomen. Hoe groot dit risico is valt niet in te schatten omdat de hoeveelheden en concentraties PCB's in ramen en kozijnen niet bekend is.

5.9.10 Verwerking van (harde) kunststoffen met daarin PCB's

(Harde) kunststoffen kunnen vrijkomen direct bij de sloop, maar vaak komen zij uit een sorteerlijn voor gemengd bouw- en sloopafval of van het scheiden van glas en kozijnen. Kunststoffen kunnen als zij zuiver genoeg gesorteerd zijn worden gerecycled, als de kunststoffen niet zuiver genoeg kan worden verkregen dan blijft de kunststof meestal in het residu achter waarna het naar verbranding gaat.

Het is onbekend welke concentraties PCB's er in kunststoffen aanwezig kunnen zijn in bouwmaterialen, daarom is het risico van verwerking en toepassen van kunststoffen met PCB's op dit moment niet in te schatten.

6 Conclusie

PCB's zijn stoffen met milieu- en gezondheidsrisico's. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat in omliggende landen PCB's in het verleden zijn toegepast in bouwmaterialen. Hierdoor komen deze in die landen voor in niet verbouwde of gesaneerde gebouwen uit de jaren 50 tot de jaren 80 van de vorige eeuw.

Of PCB-houdende bouwmaterialen ook in Nederlandse gebouwen zijn toegepast in de jaren 1950 tot 1980 is niet goed bekend, en als ze zijn toegepast, is niet met zekerheid te zeggen in welke omvang. Er zijn wel aanwijzingen dat PCB's ook zijn toegepast in bouwmaterialen in Nederland. Ten eerste zijn er in het kader van een beperkt aantal (6) WELL-certificering van kantoorgebouwen die verbouwd werden binnenluchtmetingen uitgevoerd.

In 4 van deze gebouwen werden PCB's in de binnenlucht aangetroffen. Bij verder onderzoek in die gebouwen is in 3 gebouwen in afdichtingskit PCB aangetroffen in concentraties die (ver) boven de grenswaarde van 50 mg/kg ligt. In een van de gebouwen waar het in de binnenlucht werd aangetroffen werden PCB's in materialen gevonden in concentraties onder de 50 mg/kg. Ten tweede is er in de Maastunnel PCB houdende coating gesaneerd bij de verbouwing die afgerond is in 2020. Ten derde is er PCB aangetroffen in het Rijkswaterstaat laboratorium in Haren. En als laatste is bekend dat asbestdaken PCB's kunnen bevatten.

Omdat in de ons omringende gebouwen PCB's aantoonbaar zijn toegepast, en er ook in Nederland aanwijzingen zijn dat er PCB's zijn toegepast is het niet ondenkbaar dat er in Nederland op meer plaatsen dan de aangetoonde plekken PCB's aanwezig zijn. Zonder een uitgebreidere inventarisatie met een meetcampagne in het veld is het echter onmogelijk om een wetenschappelijk onderbouwd beeld te geven van de algehele aanwezigheid van PCB's in Nederlandse gebouwen. Op dit moment weten we feitelijk niets over de omvang van de eventuele aanwezigheid van PCB's in de Nederlandse bouwvoorraad.

Tot op heden is er te veel onduidelijkheid over het gebruik van PCB-houdende materialen in Nederlandse gebouwen om met voldoende betrouwbaarheid uitspraken te doen over het aantal gebouwen waarin PCB's aanwezig zijn. In dit onderzoek is enkel een inschatting gemaakt van de hoeveelheid gebouwen die potentieel PCB-houdende materialen kan bevatten. Deze inschatting is gebaseerd op de aanname dat de Deense situatie 1-op-1 hetzelfde is als de Nederlandse situatie. Als dit het geval is laat de berekening zien dat 57.348 gebouwen potentieel materialen bevatten met een PCB-concentratie boven 50 mg/kg waardoor dit bij slopen een gevaarlijke afvalstof betreft.

Als PCB's zijn toegepast zien we concentraties die ver boven de grenswaarde van 50 mg/kg, die wordt aangehouden als de grens waarboven een afvalstof als gevaarlijk moet worden geclassificeerd. De concentraties volgen uit de materiaaleigenschappen van PCB's en de reden waarom PCB's zijn gebruikt, bijvoorbeeld als weekmaker of brandvertrager. Deze hoge concentraties zien we in het buitenland, maar ook in de enkele bekende gevallen in Nederland.

Mede doordat er niet actief gemeten wordt op PCB's in te slopen of te verbouwen gebouwen kan de situatie ontstaan dat met PCB's verontreinigde materialen niet correct worden verwijderd. In praktijk wordt PCB-houdende materialen bij slopen namelijk niet geïnventariseerd en daardoor niet gescheiden afgevoerd. Eventueel met PCB-verontreinigd beton, hout, metaal of overige bouw- en sloopafval eindigt in de algemene, niet gevaarlijke stromen beton, hout, metaal of gemengd bouw- en sloopafval. Veel van de materialen waarin een hoge concentratie PCB aanwezig zou kunnen zijn zoals kisten en plafondplaten komen in het gemengd bouw- en sloopafval terecht. Verven waar PCB's in zitten kunnen na het slopen achterblijven op puin, hout en metalen. Doordat PCB-houdende materialen niet als gevaarlijk afval wordt aangeduid wordt dit afval dan ook niet als gevaarlijk afval verwerkt.

Wanneer PCB-houdend afval niet met de juiste risico beperkende maatregelen wordt verwijderd, afgevoerd en verwerkt dan kunnen er risico's ontstaan voor sloopmedewerkers, afvalverwerkers en het milieu. In Nederland is één geval bekend waarbij werkers chlooracné kregen doordat zij niet op de hoogte waren van de aanwezigheid van PCB's en hierdoor zonder geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen werkten. Hoe groot de risico's zijn is op dit moment niet in te schatten omdat de totale omvang en de concentraties in de totale hoeveelheid verwerkt afval niet bekend zijn.

7 Literatuurlijst

1. Arp, H. P. H., Morin, N., Andersson, P. L., Hale, S. E., Wania, F., Breivik, K., & Breedveld, G. D. (2020). The presence, emission and partitioning behavior of polychlorinated biphenyls in waste, leachate and aerosols from Norwegian waste-handling facilities. *Science of The Total Environment*, 715, 136824. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136824>
2. Bodem+. (zonder datum). Afvalstoffase voorschakelapparatuur | Bodemrichtlijn. Bodemrichtlijn.nl. <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/voorschakelapparatuur/afvalstoffase-voorschakela117242>
3. Bruinen de Bruin & Janssen 2012. (2012). PCB's in bouw materiaal in Nederland (Nr. 601356003/2012).
4. Bundesamt für Gesundheit. (2002). Richtwert für PCB in der Innenraumluft: Information und Empfehlungen vom 1. Juli 2002.
5. Danish Health and Medicines Authority. (2013). Health Risks of PCB in the indoor climate in Denmark: background for setting recommended action levels. Danish Health and Medicines Authority.
6. DEFRA. (2002). Dioxins and Dioxin-like PCBs in the UK Environment: Consultation Document. DEFRA Publications.
7. ELSA. (2016). PCB in der ELBE: Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015. Hamburg.
8. Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung. (2004). Untersuchungen zur PCB-Belastung der Luft in Innenräumen unter Einschluss der Verbindungen, für die toxisch besonders bedeutsame TEQ-Werte ermittelt worden sind. (203 61 218/04). Umweltbundesamt.
9. Gesundheitliche Bewertung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle in der Innenraumluft. (2007). Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 50(11), 1455–1466. <https://doi.org/10.1007/s00103-007-0377-5>

10. Glüge, J., Steinlin, C., Schalles, S., Wegmann, L., Tremp, J., Breivik, K., Hungerbühler, K., & Bogdal, C. (2017). Import, use, and emissions of PCBs in Switzerland from 1930 to 2100. *PLOS ONE*, 12(10), e0183768. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183768>
11. Grontmij & COWI. (2013). Survey of PCB in Materials and Indoor Air (Nr. A4). Grontmij.
12. Gunnarsen, L., & Kolarik, B. (2013). PCB in sealant, concrete, paint and lacquer 40 years after use of sealant with PCB - Calculation of total remaining mass in a contaminated dwelling. Danish Building Research Institute, Aalborg University.
13. Hellman, S., Cajal, P., Martinez, P. E., Kuusisto, S., & Tuhkanen, T. (2010). PCB-contamination in a school building indoors. *Ecology and the Environment*. <https://doi.org/10.2495/sc100521>
14. Hellman, S., Lindroos, O., Palukka, T., Priha, E., Rantio, T., & Tuhkanen, T. (2008). PCB contamination in indoor buildings. *Ecology and the Environment*. <https://doi.org/10.2495/air080501>
15. Kieper, H., Neumann, H.-D., & Rachor-Ebbinghaus, R. (2011). Polychlorierte Biphenyle im Hochbau.
16. Köhler, M., Tremp, J., Zennegg, M., Seiler, C., Minder-Köhler, S., Beck, M., Lienemann, P., Wegmann, L., & Schmid, P. (2005). Joint sealants: an overlooked diffuse source of polychlorinated biphenyls in buildings. *Environmental Science & Technology*, 39(7), 1967–1973. <https://doi.org/10.1021/es048632z>
17. Leuenberger, C. (zonder datum). Wegleitung für die Bau- und Sanierungspraxis: PCB [Presentatieslides; PowerPoint]. auva-Seminair.
18. Lotoft, J. (2017). Strategies for eliminatio of PCB from open applications in Sweden [Presentatieslides; Powerpoint presentatie].
19. Obenland, H., & Pfeil, S. (2004). Studie zu vorkommen und gesundheitlicher bedeutung von polychlorierten biphenylen (PCB) in innenräumen. Institut für Angewandte Umweltforschung e.V.
20. OSPAR Commission. (2004). Polychlorinated Biphenyls (PCBs).
21. OVAM. (2012). Achtergronddocument opmaak van sloopinventarissen (D/2012/5024/81).
22. Projectgroep Schadstoffen, Fachkommission Baunormung der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen. (1995). Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie) – Fassung September 1994 (GABI. S. 221). ARGEBAU.
23. RUD. (zonder datum). PCB en asbest(vezels) in de druppelzone van asbestdaken. RUD Utrecht. <https://www.rudutrecht.nl/bodem/pcb-en-asbestvezels-in-de-druppelzone-van-asbestdaken>
24. Stockholm Convention. (2020). Stockholm Convention on persistent organic pollutants (Versie 2019). Secretariat of the Stockholm Convention.
25. Weber, R. (2013). Dioxin und PCB: Stand des Wissens Eintragspfaden und Belastungssituation [Presentatieslides; PowerPoint].

Bijlage 1 Organisaties die informatie hebben gedeeld

Tabel B1.1 Overzicht gesproken partijen

Gesproken Partijen	Website
BBA Binnenmilieu	https://binnenmilieu.nl/
BRBS	https://www.brbs.nl/
Nederlandse Arbeidsinspectie	https://www.nlarbeidsinspectie.nl/
PreZero	https://prezero.nl/
Rijkswaterstaat	https://www.rijkswaterstaat.nl/
RIVM	https://www.rivm.nl/
TAUW België	https://www.tauw.be/
TAUW Duitsland	https://www.tauw.de/
TAUW Frankrijk	https://www.tauw.fr/
Van Altena & de Jongh	https://www.vanaltenadejongh.nl/
Veras	https://www.sloopaannemers.nl/