



HafenCity Universität Hamburg
Universität für Baukunst und Metropolenentwicklung

BACHELORARBEIT

**Chlorparaffin als Gebäudegefahrstoff – Entwicklung einer
Handlungsempfehlung zur Bestimmung und Bewertung
von Bauteilen mit Verdacht auf Chlorparaffinbelastung**

Patrick Peetz

Studiengang: Bauingenieurwesen
Matrikelnummer: 6037503

Wintersemester 2021/2022

Vorgelegt von:

Patrick Peetz
Basselweg 13,
22527 Hamburg
patrick.peetz@hcu-hamburg.de

Matrikelnummer: 6037503

Bearbeitungszeitraum: 01.10. - 27.12.2021

Abgabedatum: 25.12.2021

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing Martin Jäschke

Zweitprüfer: Johannes Reimlinger

Eidesstattliche Erklärung

Name: Peetz
Vorname: Patrick
Matrikelnummer: 6037503
Studienprogramm: BIW

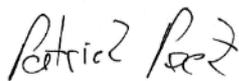
Ich versichere, dass ich die vorliegende Thesis mit dem Titel:

„Chlorparaffin als Gebäudegefahrstoff - Entwicklung einer Handlungsempfehlung zur Bestimmung und Bewertung von Bauteilen mit Verdacht auf Chlorparaffinbelastung“

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe.

Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Hamburg, den 25.12.2021



Patrick Peetz

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
Anlagenverzeichnis	X
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Aufbau und Methodik	3
2 Grundlagen	4
2.1 Gebäudegefahrstoffe	4
2.2 Beispiel zu Gebäudegefahrstoffen	8
3 Literaturrecherche/ Stand der Forschung	16
3.1 Was sind Chlorparaffine?	16
3.1.1 Verwendung und Produktion von Chlorparaffinen	18
3.1.2 Gesundheitliche Gefährdungen von CP	25
3.1.3 Reglementierungen im Umgang mit CP	29
3.1.3.1 Reglementierung von CP in der EU	29
3.1.3.2 Reglementierung von CP in Deutschland	31
3.1.4 labortechnische Analyse von CP	36
4 Experteninterviews	37
4.2 Entwicklung der Fragestellung an Sachverständigen	38
4.2.1 Zusammenfassung des Interviews mit Herrn Jehle	41
4.3 Entwicklung der Fragestellung an Labordienstleiter	46
4.3.1 Zusammenfassung des Interviews mit Herrn Krauß	48
5 Diskussion der Ergebnisse	51
6 Entwicklung einer Handlungsempfehlung als Resultat der zuvor erlangten Erkenntnisse	55

7	Schluss	60
7.1	Zusammenfassung der Kapitel.....	60
7.2	Fazit	61
7.3	Ausblick.....	62
8	Literaturverzeichnis.....	63
Anlage I: Handlungsempfehlung zum Umgang mit SCCP		68
Anlage II: Transkription des Interviews mit Herrn Jehle		70
Anlage III: Transkription des Interviews mit Herrn Krauß.....		85

Zusammenfassung

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei alle Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

Die folgende Arbeit soll den Umgang mit Chlorparaffinen als Gebäudegefahrstoff beschreiben. Notwendig ist dies, da der Umgang, maßgeblich durch Unbekanntheit, nicht in betreffenden Branchen etabliert ist. Um diesen Umstand zu ändern, ist das Ziel dieser Arbeit die Erstellung einer Handlungsempfehlung. Diese soll sich vor allem an Gutachter/ Sachverständige richten, jedoch auch Handwerker o.ä. im Umgang mit CP sensibilisieren. Um den Umgang zu definieren ist es zunächst notwendig, ein fundiertes Basiswissen zu Chlorparaffinen zu erlangen. Dies wird über Informationsgewinn aus der Literatur gewährleistet. Das erlangte Wissen wird folgend mit Experten abgeglichen, eingeordnet und interpretiert. Aus diesen zwei Säulen können die für Handlungsempfehlung nötigen Informationen erfasst werden.

Das für den Umgang mit CP klärungsbedarf entsteht, wird klar deutlich. Grundsätzlich sind die, für die Handlungsempfehlung nötigen Informationsbereiche wie Stoffbeschreibung, Toxizität, Reglementierung und Labortechnik bekannt, jedoch nur im Rahmen von Forschung und nicht im Rahmen von Stoffbezogener Regelungen. Ferner fehlt eine einheitliche, belastbare Einstufung der Fakten durch Experten. Die gewonnenen Erkenntnisse können hierzu als Rahmen dienen. Durch die Herangehensweise, die, der Erstellung von Richtlinien nachempfunden, ist, bildet diese Arbeit eine Art Vorentwurf.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gefahrenklassen nach Gefahrstoffverordnung	6
Abbildung 2: allg. Strukturformel von PCB	9
Abbildung 3: chemische Apparatur zur Soxhlet-Extraktion	12
Abbildung 4: charakteristischer PCB- Fingerprint	13
Abbildung 5: Beispielhafte Skelettstrukturen von SCCP	17
Abbildung 6: angenommener SCCP – Verbrauch der EU im Jahr 1994	20
Abbildung 7: angenommener SCCP- Verbrauch der EU im Jahr 2009	20
Abbildung 8: SCCP Verbrauch der EU von 1994-2009, keine Daten für 1996 vorhanden	21
Abbildung 9: weltweite Produktion von PCB und CP, 1930 – 2010	23
Abbildung 10: CP-Produktion in China von 1990 – 2007	24

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: *PCB-Leitkongonere*
Tabelle 2: *Bewertung eines Stoffes nach gesundheitlicher Wirkung*
Tabelle 3: *chemische und physikalische Eigenschaften von Chlorparaffinen*
Tabelle 4: *bautechnische Anwendungen von SCCP*
Tabelle 5: *Arbeitsplatzgrenzwert MCCP*
Tabelle 6: *Handelsnamen bestimmter SCCP-Produkte*

Abkürzungsverzeichnis

Abs.:	<i>Absatz</i>
ASI-Arbeiten:	<i>Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten</i>
ArbSchG:	<i>Arbeitsschutzgesetz</i>
AVV:	<i>Abfallverzeichnis-Verordnung</i>
BAuA:	<i>Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin</i>
BaustellV:	<i>Baustellenverordnung</i>
C:	<i>Kohlenstoff</i>
CP:	<i>Chlorparaffin</i>
ECD:	<i>electron capture detector (dt. Elektroneneinfangdetektor)</i>
FAGES:	<i>Schweizerischer Fachverband Gebäudeschadstoffe</i>
GefStoffV:	<i>Gefahrstoffverordnung</i>
GC-MS:	<i>Gaschromatographische-Massenspektrometrie</i>
H:	<i>Wasserstoff</i>
HBauO:	<i>Hamburgische Bauordnung</i>
HCl:	<i>Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure)</i>
IARC:	<i>International Agency for Research on Cancer (dt. Internationale Agentur für Krebsforschung)</i>
IRDC:	<i>International Development Research Centre (dt. Internationales Zentrum für Entwicklungsforschung)</i>
K:	<i>krebserzeugend</i>
Kat.:	<i>Kategorie</i>
KrWG:	<i>Kreislaufwirtschaftsgesetz</i>
LCCP:	<i>long-chain-chlorinated paraffins (dt. langkettige Chlorparaffine)</i>
LD:	<i>letale Dosis</i>
log K _{ow} :	<i>Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient</i>
M:	<i>keimzellmutagen</i>
MBO:	<i>Musterbauordnung</i>
MCCP:	<i>medium-chain-chlorinated paraffins (dt. mittelkettige Chlorparaffine)</i>
NCI-GC-MS:	<i>Negative chemische Ionisation- Gaschromatographische-Massenspektrometrie</i>
PAK:	<i>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</i>
PCB:	<i>Polychlorierte Biphenyle</i>
POP:	<i>persistent organic pollutant (dt. persistenter organischer Schadstoff)</i>
R _d :	<i>entwicklungsschädigend</i>
R _f :	<i>fruchtschädigend</i>
SCCP:	<i>short-chain-chlorinated paraffins (dt. kurzkettige Chlorparaffine)</i>
TRGS:	<i>Technische Regel für Gefahrstoffe</i>
UBA:	<i>Umweltbundesamt</i>
VDI:	<i>Verein deutscher Ingenieure</i>

Anlagenverzeichnis

Anlage I: *Handlungsempfehlung zum Umgang mit Chlorparaffinen*

Anlage II: *Transkription des Interviews mit Herrn Jehle*

Anlage III: *Transkription des Interviews mit Herrn Krauß*

1 Einleitung

1.1 Motivation und Problemstellung

Durch meine Tätigkeit bei der Dekra Automobil GmbH im Fachbereich Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz erlangte das Thema „Gebäudegefahrstoffe“ mein Interesse. Meine Kollegen und ich, welche hauptsächlich als Sachkundige/ Sachverständige/ Gutachter in diesem Bereich tätig sind, gehen alltäglich mit Gefahrstoffen in Gebäuden um. Der Alltag in diesem Tätigkeitsfeld beschränkt sich zumeist jedoch auf systematisch vorkommende Gefahrstoffe. Was genau ein Gefahrstoff ist und wie dieser definiert ist, wird später in Kapitel 2 erläutert. Bei der Begehung eines Gebäudes unter gefahrstofftechnischen Aspekten wird vor allem auf „altbekannte“ Bauprodukte oder stoffspezifische Anwendungen geachtet. So ist zum Beispiel im Grundsatz zunächst mal jedes Faserzementprodukt als asbesthaltig zu bezeichnen, jede Gebäudedehnungsfuge als PCB-haltig oder auch jeder schwarze Parkettkleber als PAK-haltig anzusehen, sofern das Baujahr des Produktes diesen Verdacht stützt. Es ist an den Sachverständigen mit Hilfe von Erfahrungswerten zu beurteilen, ob dieser erste Verdacht stichhaltig ist.

Falls dem so sein sollte, werden die Produkte/ Anwendungen labortechnisch analysiert, um diesen Verdacht zu bestätigen oder ggf. auszuräumen.

Die Verteilung der Gefahrstoffe in Gebäuden ist als sehr inhomogen zu bezeichnen. Aus eigener Erfahrung lässt sich jedoch festhalten, dass Asbest deutlich häufiger in Gebäuden verbaut wurde als andere Gefahrstoffe. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Anwendungsmöglichkeiten von Asbest nahezu unbegrenzt sind.

Andere Gefahrstoffe haben deutlich weniger Anwendungsmöglichkeiten. Nichtsdestotrotz ist die Anzahl an potenziell gefahrstoffhaltigen Produkten kaum zu erfassen. In der Praxis wird aus diesem Grund unter anderem so gearbeitet, dass betrachtet wird, wann welcher Stoff verboten wurde und wo dieser potentiell eingesetzt werden konnte. Bei der Beurteilung kann man so unter Zuhilfenahme des Baujahres eine Wahrscheinlichkeit bezüglich des Vorkommens von gefahrstoffbelasteten Bauteilen/ Baustoffen/ Bauprodukten bestimmen.

Diese Vorgehensweise kann jedoch nur schwerlich bei Produkten angewendet werden, welche neu, bzw. erst kürzlich, als Gefahrstoff deklariert wurden. Hierzu zählt unter anderem auch Chlorparaffin.

Erst mit Inkrafttreten der europäischen Richtlinie „2002/45/EG“ wurde der Umgang mit kurz-kettigen Chlorparaffinen reglementiert.¹ Aus diesem Grund ist der Umgang mit Chlorparaffinen in der Praxis noch nicht vollends etabliert.

¹ Europäisches Parlament und der europäische Rat (2002): Richtlinie 2002/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 zur 20. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates hinsichtlich der Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (kurzkettige Chlorparaffine). Luxemburg: Europäisches Parlament und der europäische Rat, S. 1

Aus eigener Erfahrung kann ich berichten, dass Chlorparaffine bei der gefahrstofftechnischen Begutachtung von Objekten eine untergeordnete Rolle spielen, obwohl CP in ihrer humantoxikologischen Wirkung anderen Gebäudegefahrstoffen vermeintlich in nichts nachstehen.² Die oben genannten Gründe sprechen also zusammenfassend dafür, bei der gefahrstofftechnischen Begutachtung von Gebäuden der Thematik Chlorparaffin erweiterte Aufmerksamkeit zukommen zu lassen.

1.2 Zielsetzung

Wie unter Punkt 1.1 beschrieben, ist das Thema Chlorparaffin als Gebäudegefahrstoff noch nicht zur Gänze in der Praxis angekommen. Aus diesem Grund möchte ich mit dieser Arbeit einen ersten Schritt in diese Richtung gehen.

Allgemein ist der Umgang mit „gängigen“ Gebäudegefahrstoffen hinsichtlich arbeitsschutzrechtlicher- und ordnungsrechtlicher Belange ausreichend reglementiert. Als Beispiel hierfür wird der Gefahrstoff Asbest angeführt. Bei der Untersuchung von Gebäuden mit Verdacht auf asbestführende Bauteile ist durch den Gesetzgeber vorgegeben, wie der weitere Verlauf der Untersuchungen auszusehen hat. Je nachdem welches Medium (Luft, Feststoff) asbestverdächtig ist, greifen verschiedene Richtlinien zum Umgang mit ebendiesem. Da sich diese Arbeit hauptsächlich auf Feststoffe, sprich Materialproben, beziehen möchte, wird obiges Beispiel mit asbestführendem Material fortgeführt. Für den gutachterlichen Umgang mit asbestführenden Bauteilen in Gebäuden bietet die VDI 6202 (spez. Blatt 3) eine umfassende Grundlage. Die VDI 6202 Blatt 3 bietet einen Überblick zu möglichen, auch historischen, Verwendungen von Asbest, wie eine Untersuchung ablaufen kann und wie diese zu gliedern ist. Hierbei wird zunächst die Motivation der Erkundung beschrieben. Darauf folgend wird der wichtige Aspekt der Bestandsaufnahme und Erstbewertung erläutert. Weiter wird die Probenahme beschrieben und es werden Hinweise zu anwendbaren labortechnischen Analysemöglichkeiten gegeben. Abschließend wird die vorher aufgeführte Arbeitsweise sowie die erlangten Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung der für diesen Themenbereich geltenden Gesetze, bewertet.³

Diese Herangehensweise an potenziell asbestbelastete Gebäude kann als „good practices“ bezeichnet werden und stellt einen einheitlichen deutschen Standard dar. Aufgrund des erst zeitnahen Erscheinens dieser Richtlinie (09.2021) findet jedoch grad erst der Übergang zur vollflächigen Nutzung in Deutschland statt.

Für die Bewertung von anderen Gefahrstoffen in Gebäuden existiert, zum gegenwärtigen Zeitpunkt, noch keine solche einheitliche Richtlinie. In dieser Arbeit soll ein Entwurf für den Umgang mit Chlorparaffinen diesbezüglich geschaffen werden. Hierbei werde ich mich an der genannten Richtlinie orientieren und versuchen, diese auf CP anzuwenden.

² vgl. Bannasch, Peter u.a. (1990): Some Flame Retardants and Textile Chemicals, and Exposures in the Textile Manufacturing Industry. In IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Band 48, S. 61-67

³ vgl. Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2021): VDI 6202 Blatt 3 – Schadstoffbelastete bauliche und technische Anlagen – Asbest- Erkundung und Bewertung. Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure e.V.

1.3 Aufbau und Methodik

Zur Beantwortung der oben gestellten Fragestellung bzw. zur Erstellung der angestrebten Handlungsempfehlung sind neben recherchierten Fakten auch praktische Sichtweisen notwendig. Zudem spiegelt diese Mischung aus Informationsquellen auch den Standard zur Erstellung vergleichbarer Empfehlungen dar. Als Beispiel hierfür dient die Erarbeitung einer VDI-Richtlinie. Zunächst wird betrachtet, welche Notwendigkeit sich ergibt, bezogen auf das spezielle Thema. Daraufaufgehend werden Experten eingeladen, um die Ausmaße des Schriftstücks abzustecken. Im weiteren Verlauf werden die konkreten Fakten recherchiert und durch die Erfahrung der Berufenen beurteilt und ausgelegt. Dies geschieht auch im ständigen Abgleich mit vergleichbaren Schriften. Sobald eine Rohfassung erstellt ist, haben andere, nicht berufene, Anwender die Möglichkeit, Ergänzungen und Vorschläge vorzutragen. Diese werden dann vom Fachgremium beurteilt und u.U. eingearbeitet. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Entstehung einer solchen Richtlinie, die stark vergleichbar mit Handlungsempfehlungen (z.B. des UBA) ist, aus zwei Seiten besteht: gründlich recherchierten, faktenbasierten Informationen und Expertenwissen.

Aufgrund dieser Herangehensweise habe ich mich für diese Arbeit entschieden, den analogen Weg dazu zu gehen. Ich werde ein solides faktenbasiertes Fundament über Informationen schaffen, welches als quantitative Forschung angesehen werden kann. Hierzu werde ich versuchen, vollumfängliche Informationen zu diesem Thema zu erhalten. Beginnend bei den gesetzlichen Grundlagen unter Zuhilfenahme der Rechtsprechung der EU und Deutschlands, über Publikationen von ausgewiesenen Forschern bis hin zu Studien, die Chlorparaffine als Leitthema benennen. Aufgrund dieser Quellen können objektive, belastbare und reproduzierbare Daten zusammengetragen werden.

Als zweites Standbein zur Schaffung der Handlungsempfehlung werde ich Interviews mit Experten aus zwei verschiedenen Bereichen führen. Dies stellt die qualitative Forschung dieser Arbeit dar. Mittels dieser Interviews werde ich die zuvor recherchierten Daten einordnen. Etwasige Fragen oder Unklarheiten, welche während der Recherche aufgetreten, hoffe ich so ausräumen bzw. differenzierter bewerten zu können. Des Weiteren werden so praktische Sichtweisen auf das Thema gewährt, welche Helfen können, die Fakten korrekt einzuordnen. Anschließend an die Experteninterviews werde ich ein Resümee aus den vorliegenden Informationen ziehen. Hierzu werde ich, wie bereits erläutert, die recherchierten Fakten und die aus den Interviews erlangten Erkenntnisse zusammenführen und in den Rahmen der Handlungsempfehlung einarbeiten. Die gezielten Parameter der Handlungsempfehlung können so nachvollziehbar erarbeitet werden.

2 Grundlagen

Einleitend zu dieser Arbeit werden im Vorfeld die nötigen Begrifflichkeiten erläutert. Diese sind für das weitere Verständnis maßgebend.

In Kapitel 2.1 wird eine Definition des Begriffes „Gebäudegefahrstoff“ geschaffen welche im Verlauf dieser Arbeit vorausgesetzt wird. Hierzu werden die Begriffe Gebäude und Gefahrstoff erläutert und kombiniert. Anschließend wird aus der Praxis heraus beschrieben, was ein sogenanntes Gebäudegefahrstoffkataster ist und welchem Zweck es dient.

Um den Informationstechnischen Umgang mit einem Gebäudegefahrstoff zu beschreiben, wird folgend ein Informationsschema Anhand eines beispielhaften Gebäudegefahrstoffes erstellt.

2.1 Gebäudegefahrstoffe

Zu Beginn soll der Begriff „Gebäudegefahrstoff“ erklärt und für den weiteren Verlauf dieser Arbeit definiert werden.

Ganz allgemein wird unter dem Begriff Gebäudegefahrstoff ein Stoff verstanden, welcher zum einen als Gefahrstoff deklariert ist und zum anderen in einem Bauteil/ Baustoff eines Gebäudes verbaut ist. Um dies weiter zu präzisieren müssen zunächst die Begriffe Gebäude und Gefahrstoff definiert werden.

Die Bauordnungen der Länder geben einen guten Überblick darüber, was genau unter dem Begriff Gebäude zu verstehen ist. Da diese Arbeit in Hamburg angefertigt wird, ist die Grundlage für die Definition die Hamburgische Bauordnung. Unter §2 Abs.2 ebendieser findet sich folgendes:

„Gebäude sind selbstständig benutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die vom Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen.“⁴

Diese, klassische, Definition des Begriffes Gebäude ist allgemein anerkannt und verbreitet. Für den Gebrauch in dem Wort Gebäudegefahrstoff muss diese jedoch noch erweitert werden. Viel eher wird der Begriff Gebäudegefahrstoff auch auf Bauteile/ Baustoffe angewandt, welche nicht in obige Definition passen. Als Beispiel hierfür dienen Verkehrsflächen. Zusammenfassend ist also zu bemerken, dass nahezu jede bauliche Anlage auch als Gebäude im Kontext Gebäudegefahrstoff betrachtet werden kann. Standardmäßig wird der Begriff jedoch auf Gebäude angewandt, welche der obigen Definition entsprechen.

Die Definition des Begriffes Gefahrstoff gestaltet sich hingegen recht kompliziert. Als Einstieg wird zunächst die Gefahrstoffverordnung herangezogen, hier im speziellen §2 „Begriffsbestimmungen“. Der erste Absatz des §2 definiert klar, was ein Gefahrstoff ist, bzw. welche Kriterien ein Stoff erfüllen muss, um als Gefahrstoff deklariert werden zu können. Paragraf 2 Abs.1 Satz 1 verweist weiter auf §3 der Gefahrstoffverordnung. Unter diesem Paragrafen wird erläutert, was der Begriff „gefährlich“ im Sinne der Verordnung bedeutet.

⁴ Hamburgische Bauordnung (HBauO), Stand 14.12.2005, §2 Abs.2

Wörtlich heißt es hier:

„Gefährlich im Sinne dieser Verordnung sind Stoffe, Gemische und bestimmte Erzeugnisse, die den in Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 dargelegten Kriterien entsprechen.“⁵

Die genannte Verordnung des Europäischen Parlaments befasst sich allgemein und unter anderem mit der Kennzeichnung von Stoffen. Anhang I ebendieser trägt den Titel „Vorschriften für die Einstufung und Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen und Gemischen“.⁶ In diesem Anhang wird folgend sehr detailliert beschrieben, wie die Einstufung eines Stoffes/- oder Gemisches als Gefahrstoff stattzufinden hat. Zusammenfassend werden Stoffe zunächst wie folgend kategorisiert:

- Anhang I Teil 2: physikalisches Gefährdungspotential,
- Anhang I Teil 3: Gesundheitsgefahren,
- Anhang I Teil 4: Umweltgefahren,
- Anhang I Teil 5: zusätzliche EU-Gefahrenklassen.

Sofern ein Stoff bzw. ein Gemisch Kriterien erfüllt, welche in o.g. Teilen des Anhangs I definiert sind, ist dieser Stoff als Gefahrstoff zu deklarieren. Die Gefahrstoffverordnung führt diese Gefahrenklassen tabellarisch zusammengefasst unter §3 Abs.1 wieder auf:

⁵ Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), Stand 21.07.2021, §3 Abs.1

⁶ Europäisches Parlament und der europäische Rat (2008): Richtlinie EG Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. Luxemburg: Europäisches Parlament und der europäische Rat, Anhang 1

		Nummerierung nach Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008
1.	Physikalische Gefahren	2
	a) Explosive Stoffe/Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff	2.1
	b) Entzündbare Gase	2.2
	c) Aerosole	2.3
	d) Oxidierende Gase	2.4
	e) Gase unter Druck	2.5
	f) Entzündbare Flüssigkeiten	2.6
	g) Entzündbare Feststoffe	2.7
	h) Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische	2.8
	i) Pyrophore Flüssigkeiten	2.9
	j) Pyrophore Feststoffe	2.10
	k) Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische	2.11
	l) Stoffe und Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln	2.12
	m) Oxidierende Flüssigkeiten	2.13
	n) Oxidierende Feststoffe	2.14
	o) Organische Peroxide	2.15
	p) Korrosiv gegenüber Metallen	2.16
2.	Gesundheitsgefahren	3
	a) Akute Toxizität (oral, dermal und inhalativ)	3.1
	b) Ätz-/Reizwirkung auf die Haut	3.2
	c) Schwere Augenschädigung/Augenreizung	3.3
	d) Sensibilisierung der Atemwege oder der Haut	3.4
	e) Keimzellmutagenität	3.5
	f) Karzinogenität	3.6
	g) Reproduktionstoxizität	3.7
	h) Spezifische Zielorgan-Toxizität, einmalige Exposition (STOT SE)	3.8
	i) Spezifische Zielorgan-Toxizität, wiederholte Exposition (STOT RE)	3.9
	j) Aspirationsgefahr	3.10
3.	Umweltgefahren	4
	Gewässergefährdend (akut und langfristig)	4.1
4.	Weitere Gefahren	5
	Die Ozonschicht schädigend	5.1

Abbildung 1: Gefahrenklassen nach Gefahrstoffverordnung ⁷⁷ GefStoffV, §3 Abs. 2

Zusammenfassend ist ein Gefahrstoff ein Stoff, welcher aufgrund seiner Eigenschaften (chemisch oder physikalisch) negative gesundheitliche Konsequenzen für den menschlichen Körper aufweist oder auch allg. Umweltschädlich ist.

Nach diesen Definitionen stellt sich der Begriff Gebäudegefahrstoff klarer da. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird ein Baustoff, welcher als Gefahrstoff nach Richtlinie EG 1272/2008 als gefährlich für den Menschen deklariert ist und bei Umbau-, Sanierungs- oder Rückbauarbeiten freigesetzt oder eingesetzt wird, als Gebäudegefahrstoff bezeichnet.

Die Ermittlung von vermeintlich vorhandenen Gebäudegefahrstoffen wird in der Praxis über sogenannte „Gebäudegefahrstoffkataster“ oder „Gebäudegefahrstofferkundungen“ gewährleistet. Hierbei begutachten Sachkundige Personen die bauliche Substanz eines Gebäudes und weisen Bauteilen/ Baustoffen auf Grundlage von Erfahrungen einen Gefahrstoffverdacht zu. Wenn die Aussage unsicher erscheint, was den Regelfall darstellt, werden Materialproben entnommen und labortechnisch analysiert. Der Begriff Kataster ist hier als Verzeichnis zu verstehen. Das Ziel eines solchen Gebäudegefahrstoffkatasters ist es, ein Gebäude möglichst genau hinsichtlich vorhandener Gefahrstoffe zu beschreiben. Hierbei kann jedoch nicht von einer Sicherheit gesprochen werden, da eine vollumfängliche Untersuchung nicht möglich ist. Als Beispiel hierfür führe ich die Untersuchung von Wandbekleidungen an. Vor 1996 war es gängig, Spachtelmassen/ Feinputzen Asbestfasern zuzusetzen. Dies hatte den Hintergrund, die mechanischen sowie brandschutztechnischen Eigenschaften der Bekleidungen zu verbessern. Bei der Anfertigung eines Gebäudegefahrstoffkatasters müsste nun also die gesamte Wandbekleidung vollflächig untersucht werden, um auszuschließen bzw. nachzuweisen, dass Asbest enthalten ist. Dies würde weiter bedeuten, der gesamte Spachtel/ Feinputz müsste entfernt werden, da das gesamte Material labortechnisch analysiert werden müsste. Da potenziell bei jedem Spachtel/ Feinputz mit Baujahr vor 1996 allerdings der Verdacht einer Asbestanwendung besteht, dürfte dies nur unter Schutzmaßnahmen, welche unter anderem in Kapitel 2.2 näher beschrieben werden, stattfinden. Zudem würde bei dieser Maßnahme ein Gefahrstoffkataster/ eine Gefahrstofferkundung zur Bestimmung von potenziellen Sanierungsmaßnahmen keinen Sinn mehr machen, da die Sanierung ja schon mittels Probenahme stattgefunden hätte. So ergibt sich die Notwendigkeit von Sachkundigen Personal bei der Durchführung von Gefahrstoffkatastern.

Bei der gefahrstofftechnischen Begutachtung wird bei einem Verdacht also gezielt nach dem Gefahrstoff gesucht. Sollte dieser nachgewiesen werden, kann der Verdacht für den „Rest“ des Bauteils glaubwürdig angenommen werden. Sollte kein labortechnischer Nachweis erfolgen, kann davon ausgegangen werden, dass das Bauteil frei von Gefahrstoffen ist. Diese Art der Einschätzung fußt auf der Anzahl an Materialproben, die je Bauteil entnommen werden. Somit kann bei einem Gebäudegefahrstoffkataster viel eher von einer statistischen Sicherheit gesprochen werden, da, unter berücksichtig angemessener Anzahl von Materialproben, nur eine Stichprobe vorgenommen wird. Wann genau ein Gebäudegefahrstoffkataster notwendig ist, ergibt sich aus den rechtlichen Grundlagen, welche unter anderem in Kapitel 3.1.3 betrachtet werden.

Der Nutzen aus einem Gebäudegefahrstoffkataster ist differenziert zu betrachten. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass das Wissen über das Vorhandensein von Gefahrstoffen in Gebäuden die Nutzer oder Dritte (Firmen, welche ASI-Arbeiten vornehmen) schützt. Sofern bekannt ist, ob in welchem Maße ein Bauteil gefahrstoffhaltig ist, kann der Umgang mit ebendiesem angemessen stattfinden. Bei Unwissenheit drohen durch falschen Umgang mitunter schwere gesundheitliche Konsequenzen. Zusätzlich ist noch der finanzielle Vorteil zu nennen. Wie bereits oben beschrieben, unterscheidet sich die Art der Bearbeitung eines Bauteils signifikant im Vergleich von unbelasteten zu gefahrstoffbelasteten Bauteilen. Der Rückbau, die Sanierung und die Instandhaltung von belasteten Bauteilen finden i.d.R. unter der Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen statt. Diese Schutzmaßnahmen bedeuten jedoch meist einen erheblichen finanziellen Mehraufwand. Weiter müssen hierfür Firmen beauftragt werden, welche Sachkunde im Umgang mit ebendiesen nachweisen können. Falls im Vorweg eine gefahrstofftechnische Begutachtung des Gebäudes stattgefunden hat, kann der Umfang der Maßnahmen wesentlich detaillierter festgelegt werden.

Abschließend lässt sich also festhalten, dass die Anfertigung eines Gebäudegefahrstoffkatasters i.d.R. vielfältige Vorteile hat. Aus diesem Grund ist anzuraten, bei größeren Maßnahmen (Umbau,-Rückbau- oder Sanierungsarbeiten) an einem Gebäude vorangeschaltet eine gefahrstofftechnische Begutachtung vornehmen zu lassen.

2.2 Beispiel zu Gebäudegefahrstoffen

Im folgenden Abschnitt soll ein Überblick über den Gebäudegefahrstoff PCB (Polychlorierte Biphenyle) gegeben werden. Dies dient zum einen dem Verständnis dafür, wie der Umgang mit Gefahrstoffen in Gebäuden geregelt sein kann und zum anderen als Grundlage für die Zielsetzung dieser Arbeit. Als Produkt dieser Arbeit soll unter anderem ein ähnliches Schema an Informationen über Chlorparaffine entstehen.

Hier wurden PCB gewählt, da sie in ihrer Wirkungsweise und vor allem in ihren Einsatzgebieten signifikante Überschneidungen mit Chlorparaffinen aufweisen. Des Weiteren gelten CP als Ersatzstoff für PCB.⁸

Der Hauptbestandteil von PCB sind die sogenannten Biphenyle. Sie weisen die Summenformel $C_{12}H_{(10n)}, n \geq 2$ auf und zählen somit zu den aromatischen Kohlenwasserstoffen. Die Vorsilbe Bi des Wortes Biphenyl weist darauf hin, dass es sich um 2 Phenylringe handelt. Diese Phenylringe bieten Chloratomen die Möglichkeit, sich mit ihnen zu Polychlorierten Biphenylen zu verbinden. Die Summenformel der PCB lautet somit: $C_{12}H_{(10n)}Cl_n$.⁹ Gegenwärtig sind 209 verschiedene Verbindungen bekannt. Diese werden auch als Kongonere bezeichnet. Der Begriff Kongonere leitet sich in diesem Kontext vom Begriff Konglomerat ab, was als „Gemisch“ bzw. „Ballung“ verstanden werden kann.

⁸ Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019): Schadstoffe im Baubestand – Mit Katalog nach Bauteilen und Gewerken. Köln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Seite 121

⁹ vgl. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), 2011. GESTIS-Stoffdatenbank. Polychlorierte Biphenyle. Sankt-Augustin: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), 2011 [Zugriff am: 17.10.2021]. Verfügbar unter: <https://gestis.dguv.de/data>

Die physikalischen/ chemischen Eigenschaften von PCB werden maßgeblich durch den sog. Chlorierungsgrad bestimmt. So ist allgemein festzuhalten, dass niedrigchlorierte PCB i.d.R. eine geringere Dichte, geringere Fettlöslichkeit, geringere Toxizität sowie eine geringere Persistenz gegenüber hochchlorierten Biphenylen aufweisen.¹⁰

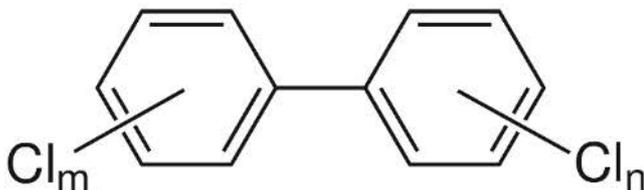


Abbildung 2: allg. Strukturformel von PCB¹¹

Von den bekannten 209 PCB-Kongeneren werden i.d.R. 50-70 Stück gleichzeitig in technischen Produkten verwendet. Da die labortechnische Analytik all dieser PCB-Verbindungen in der Praxis nicht durchführbar wäre, beinhaltet die Routineanalytik lediglich 6 PCB-Kongonere. Diese 6 werden auch als Leitparameter bezeichnet.¹² Durch die Erhebung der Gehalte dieser 6 Kongonere und einer Multiplikation mit dem Faktor 5 lässt sich annähernd der Gesamtgehalt an PCB im Material bestimmen.¹³ Im Folgenden eine Aufstellung der 6 Leitkongonere:

PCB- Kongoner:	chemische Bezeichnung:
28	2,4,4' - Trichlorbiphenyl
52	2,2',5,5' - Tetrachlorbiphenyl
101	2,2',4,5,5' - Pentachlorbiphenyl
138	2,2',4,4',5' - Hexachlorbiphenyl
153	2,2',4,4',5,5' - Hexachlorbiphenyl
180	2,2',3,4,4',5,5' - Heptachlorbiphenyl

Tabelle 1: PCB-Leitkongonere¹⁴

Die Produktion von PCB im industriellen Rahmen begann in Deutschland etwa zum Ende der 1920er¹⁵ Jahre. Die technischen Vorteile des Stoffes (geringe Wasserlöslichkeit, schwere Entflammbarkeit, chemische Stabilität, gute elektrische Leitfähigkeit) sorgten bald dafür, dass PCB in nahezu allen technischen Produkten in der Industrie sowie im Baugewerbe verwendet wurden. Bei der Verwendung von PCB ist das Einsatzgebiet jedoch zu unterscheiden. Im industriellen Sinne wurde PCB hauptsächlich in geschlossenen Systemen verwendet. Ein geschlossenes System zeichnet sich dadurch aus, dass es vollumfänglich von der Umwelt isoliert ist. Ein anschauliches Beispiel für die Verwendung von PCB in geschlossenen Systemen stellen Leuchtstoffröhren, spezieller die darin enthaltenen Kondensatoren, dar.

¹⁰ Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 111

¹¹ Wikipedia Foundation Inc. 2015. PCB-Kongonere (m=0,1,2,3,4 oder 5; n=0. San Francisco: Wikipedia Foundation Inc. [Zugriff am 17.10.2021]. Verfügbar unter: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/PCB_allgemeine_Strukturformel.svg/2000px-PCB_allgemeine_Strukturformel.svg.png

¹² Zwiener, Gerd u.a. (2014): Schadstoffe in Innenräumen und an Gebäuden – Erfassen, bewerten, beseitigen. Köln: Gesamtverband Schadstoffsanierung e.V., Seite 115

¹³ Bundes / Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, 2016. LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung. Version 3.0, 14.10.2016 [Zugriff am: 17.10.2021].

Verfügbar unter: https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2017_08.pdf

¹⁴ Zwiener, Gerd u.a. (2014). a.a.O., Seite 115

¹⁵ Ebd., Seite 114

Durch die hohe elektrische Leitfähigkeit von PCB enthielten die Kondensatoren zwischen 50 – 200g PCB als flüssiges Tränkemittel.¹⁶

In der Baubranche wurde PCB überwiegend in offenen Systemen verwendet. Ein offenes System hat, im Vergleich zu einem geschlossenen System, die Möglichkeit, in die Umwelt zu emittieren.

Hierbei ist besonders der Einsatz von PCB als Weichmacher in dauerelastischen Massen (z.B. Gebäudedehnungsfugen, Fensterkitten) zu nennen.¹⁷ Über diese Wege sind im Verwendungszeitraum von PCB etwa 84.000t PCB in Umlauf geraten. Hiervon entfallen ca. 60.000t auf geschlossene Systeme und 24.000t auf offene Systeme. Der Bestandteil von PCB-haltigen Weichmachern in dauerelastischen Massen beansprucht ca. 83% des in offenen Systemen verwendeten PCB.¹⁸

Die Reglementierung zur Inverkehrbringung von PCB etablierte sich ca. ab 1973. Die OECD (*Organisation for Economic Co- Operation and Devolepment – dt: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung*) brachte bereits 1973 eine Empfehlung heraus, PCB nicht weiter in offenen Systemen zu verwenden. Fünf Jahre später wurde die Anwendung von PCB in offenen Systemen durch das Inkrafttreten des 10. Bundesimmissionsschutzgesetzes auch in Deutschland untersagt. Ab 1989 folgte ein endgültiges Verwendungsverbot für PCB-haltige Erzeugnisse. Weiter wurde nun auch der Umgang mit PCB-belasteten Altlasten geregelt. Dies geschah über die Einführung des eines Grenzwertes für im Material vorhandenes PCB. Hierbei wurde der Grenzwert für eine Sanierungserfordernis auf 50 mg/kg PCB im Feststoff festgelegt.¹⁹ Wie genau mit den Altlasten umgegangen werden sollte, legten schlussendlich die sogenannten „PCB-Richtlinien“ fest. Diese werden von den einzelnen Bundesländern herausgegeben. Einige Bundesländer (darunter auch Hamburg) haben keine Richtlinie herausgegeben. Der Umgang mit PCB-haltigen Altlasten wird hier über spezielle Handlungsempfehlungen, welche i.d.R. auf die Richtlinien andere Länder verweisen, geregelt.

Das Verbot von PCB-haltigen Produkten resultierte aus der zunehmenden Erkenntnis seiner humantoxikologischen Wirkung. Die schädliche Wirkung von PCB wird unter anderem in der TRGS 905 beschrieben. Die technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 905 kann als Verzeichnis für kanzerogene, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Gefahrstoffe verstanden werden. Die technischen Regeln für Gefahrstoffe gelten rechtlich als Stand der Technik. Weiter gelten sie als Konkretisierung der Gefahrstoffverordnung, welche durch das Chemikaliengesetz etabliert, und somit rechtskräftig bindend ist. Aus dieser Kausalkette ergibt sich die rechtliche Verpflichtung zur Einhaltung der TRGS.

Wie bereits erläutert, versteht sich die TRGS 905 als Verzeichnis gefährlicher Stoffe. Hierbei werden diverse gesundheitsschädliche Aspekte eines Stoffes beleuchtet.

¹⁶ Ebd.

¹⁷ Ebd., Seite 114-117

¹⁸ Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 113

¹⁹ Ebd., Seite 113

Grundsätzlich werden in der TRGS 905 vier Hauptkategorien gebildet:

K	krebserzeugend
M	keimzellmutagen
R_f	reproduktionstoxisch, Fruchtbarkeitsschädigend (kann Fruchtbarkeit beeinträchtigen)
R_d	reproduktionstoxisch, entwicklungsschädigend (kann das Kind im Mutterlaib schädigen)

Tabelle 2: Bewertung eines Stoffes nach gesundheitlicher Wirkung²⁰

Präzisiert wird diese Einteilung über die Bewertung der CLP-Verordnung. Die CLP-Verordnung [(EG) Nr. 1272/2008] wurde bereits weiter oben vorgestellt. Sie fordert eine Einstufung der Gefährdung einzelner Stoffe und darauffolgend die Einteilung in die Gruppen 1A, 1B und / oder 2.²¹

Stark vereinfacht können diese Indizes so erklärt werden, dass die mit Abnahme ihrer schädlichen Wirkung ansteigen. Ein 1A Stoff gilt beispielsweise als deutlich toxischer für den Menschen, also ein Stoff der Gruppe 2.²²

Polychlorierte Biphenyle werden in der TRGS 905 wie folgt eingestuft:²³

- K2: Kanzerogenität, Kategorie 2 nach EG 1272/2008 (Verdacht auf karzinogene Wirkung beim Menschen)
- RF-1B: fruchtschädigend, Kategorie 1B nach EG 1272/2008 (wahrscheinlich reproduktionstoxischer Stoff)
- RD-1B: entwicklungsschädigend, Kategorie 1B nach EG 1272/2008 (wahrscheinlich reproduktionstoxischer Stoff)

Die gesundheitliche Gefährdung beim Umgang mit PCB ist vor allem bei lang andauernder Exposition kritisch zu bewerten. Die akute Wirkung ist als eher untergeordnet zu bewerten. Die chronische Toxizität wird vorrangig durch die, bereits oben erwähnte, lipophile Eigenschaft von PCB ausgelöst. Der Stoff reichert sich im Fettgewebe an und wird nur sehr langsam wieder vom Körper abgebaut. Aus diesem Grund sind auch als Hauptaufnahmequelle des Menschen für PCB fettreiche, tierische Produkte zu nennen. Weiter resultieren aus dieser Anreicherung im Körper, neben den oben beschriebenen gesundheitlichen Wirkungen der TRGS 905, auch chronische Neuro-, Immun- und Lebertoxische Beschwerden.²⁴

Da mit ansteigendem Chlorierungsgrad auch die gesundheitlich bedenklichen Eigenschaften, wie fettlöslichkeit und Persistenz, sinken bzw. steigen ist den hochchlorierten PCB-Kongeneren eine besondere gesundheitliche Betrachtung zuzuwenden. Diese Kongenere wurden im bautechnischen Bereich überwiegend in Lacken und Brandschutzanstrichen angewandt und sind damit bei Verwendung i.d.R. raumumschließend. Durch die zeitliche Abgabe des Stoffes in die Raumluft können so auch Gefährdungen im Innenraum auftreten.²⁵

²⁰ Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 905, Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe, Stand März 2016, Abschnitt 3 Abs. 3

²¹ (EG) 1272/2008, Artikel 52

²² Ebd. Tabelle 3.1.2.

²³ TRGS 905 Abschnitt 3 Abs. 3 ff.

²⁴ Zwiener, Gerd u.a. (2014). a.a.O., Seite 120

²⁵ Ebd., Seite 123

Dieser Umstand beeinflusst die Bewertung von PCB in Bauteilen massiv. Hierbei wird zwischen sogenannten Primärquellen und Sekundärquellen unterschieden. Als Primärquelle gilt ein Bauteil/ Baustoff, welchem aktiv PCB zur Optimierung seiner technischen Eigenschaften zugesetzt wurde. In der Regel wird hier von einer zugesetzten Menge von 0,1- 50 Massenprozent ausgegangen ²⁶.

Als Sekundärquellen werden Bauteile/ Baustoffe, aber auch Mobiliar o.ä., bezeichnet, welche einen PCB-Gehalt aufweisen, obwohl ihnen nie aktiv PCB beigemischt wurde. Das in der Primärquelle vorhandene PCB diffundiert in die Raumluft und wird somit freigesetzt. Andere Bauteile/ Baustoffe o.ä. nehmen diese Raumluft auf und absorbieren somit das freigesetzte PCB. So kann auch nach Sanierung der Primärquelle ein erhöhter PCB-Gehalt in der Raumluft bzw. in Materialien vorliegen.²⁷

Bei der labortechnischen Analyse von PCB-haltigem Material muss zunächst das PCB aus dem Feststoff gelöst werden. Diese Extraktion kann über diverse Verfahren stattfinden. Im Folgenden wird lediglich die sogenannte „Soxhletextraktion“ betrachtet, da diese als Standardmethode gilt. Vereinfacht erklärt wird bei der Soxhletextraktion in speziellen chemischen Apparaturen unter hohen Temperaturen ein Lösemittel auf die Materialprobe aufgegeben. Das Lösemittel durchdringt die Probenmatrix und kondensiert weiter am Kolben. Dieser Schritt wird mehrfach wiederholt, bis der zu extrahierende Stoff vermeintlich „ausgewaschen“ ist.²⁸

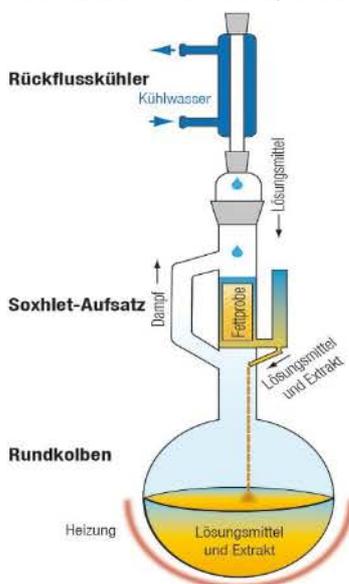


Abbildung 3: chemische Apparatur zur Soxhlet-Extraktion ²⁹

²⁶ Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 113

²⁷ Ebd., Seite 120-121

²⁸ Lehnik-Habrink, Petra u.a. (2005): Erarbeitung und Validierung von Verfahren zur Bestimmung von polychlorierten Biphenylen und polychlorierten Terphenylen in organischen Materialien. Berlin: Umweltbundesamt, Seite 34

²⁹ OELCHECK GmbH, 2021. Soxhlet-Apparat - Analyse des Ölgehaltes in Schmierfetten. Brannenburg: OEL-CHECK GmbH [Zugriff am 17.10.2021]. Verfügbar unter: <https://de.oelcheck.com/wiki/soxhlet-apparat-analyse-oelgehalt-schmierfett/>

Nachdem die Stoffe aus dem Feststoff gelöst sind, werden mittels chemischer Aufreinigung Begleitstoffe in der Extraktionslösung eliminiert.

Die Bearbeitung der Lösung, auch „clean-up“ genannt, geschieht in der Umweltanalytik i.d.R. über die Zugabe von Kieselgel. Durch komplizierte magnetische und elektrochemische Vorgänge können so Fremdstoffe (nicht PCB-haltige Bestandteile) an das Gel gebunden und abgeführt werden. Diese Methode wird als Adsorptionschromatografie bezeichnet.³⁰ Anschließend an die Entfernung der sog. Störkomponenten folgt die Detektion der PCB-Moleküle. Standardmäßig geschieht dies bei PCB über Elektroneneinfangdetektoren (ECD). Bei diesem Verfahren werden im ECD nach und nach negativ geladene Elektronen gebildet (Anionen). Diese ziehen auf dem Weg zur nachgeschalteten Anode die geladenen Probenpartikel an und binden diese. Je höher der Chlorierungsgrad eines PCB-Teilchens ist, desto elektroaffiner verhält sich dieser. Aus diesem Umstand binden die hochchlorierten PCB-Teilchen mehr zugeetzte Anionen und die niedrigchlorierten PCB-Teilchen weniger Anionen. Hieraus kann im Gaschromatographen nachfolgend ein sogenannter „Fingerprint“ abgelesen werden, welcher typischerweise für PCB ist.³¹

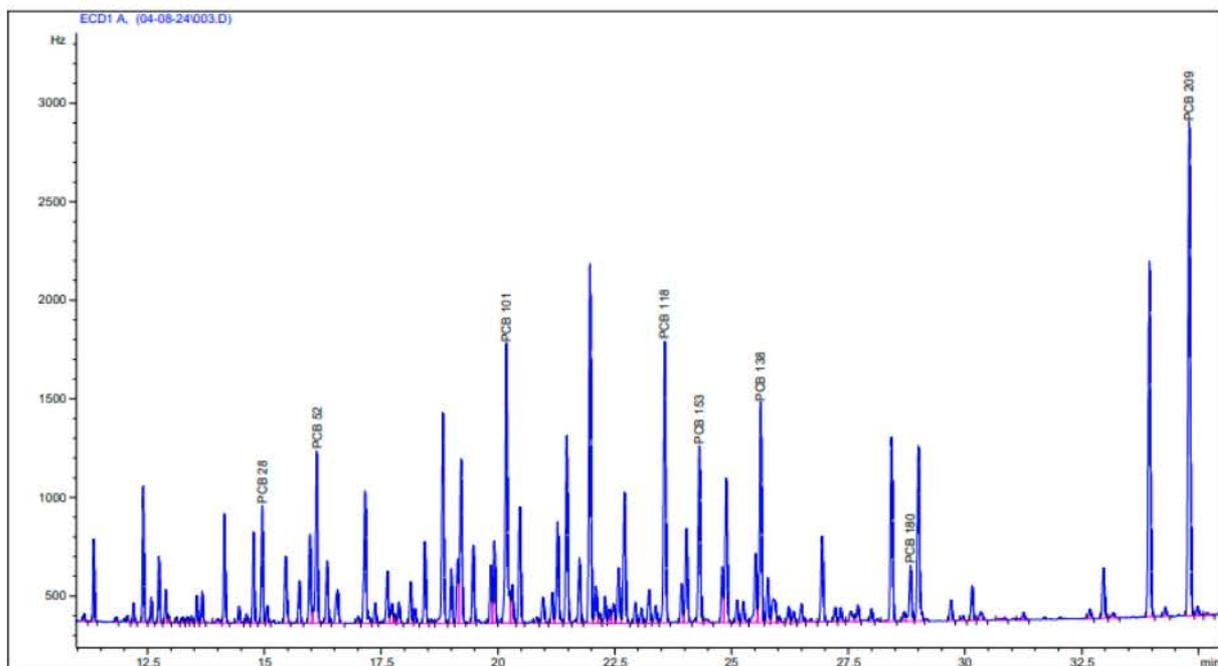


Abbildung 4: charakteristischer PCB- Fingerprint³²

Anhand der Ordinate lässt sich die elektrische Ladung erkennen. Die Abszisse stellt die Dauer der Auswertung dar. Als Beispiel lässt sich ablesen, dass unter berücksichtig der oben beschriebenen Eigenschaften PCB 209 den höchsten Chlorierungsgrad aufweist, während PCB 28 einen deutlich geringeren aufweist.

³⁰ Lehnik-Habrink, Petra u.a. (2005), a.a.O., Seite 37

³¹ Ebd., Seite 47-48

³² Ebd.

Wie bereits beschrieben, gelten PCB durch ihre Aufnahme in die (EG) 1272/2008 als gefährlicher Stoff. Aus dieser Einstufung folgen besondere Maßnahmen zum Schutz von beschäftigten.

Grundsätzlich schreibt das Arbeitsschutzgesetz unter §3 Abs.1 vor:

„Der Arbeitgeber ist verpflichtet die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes [...] zu treffen [...]“.³³

Das ArbSchG konkretisiert im Folgenden diese Maßnahmen noch durch die Einführung einer Hierarchie. Diese, im Allgemeinen als „STOP-Prinzip“ bekannte, Gliederung lässt sich aus §4 ArbSchG ableiten.³⁴ Das STOP-Prinzip stellt sich wie folgt dar:

- zu Beginn sollte eine Substitution der Gefährdung geprüft/durchgeführt werden
- falls dies nicht möglich ist, sind Technische Schutzmaßnahmen zu treffen
- falls dies ebenfalls nicht möglich ist, sind organisatorische Schutzmaßnahmen zu treffen
- sollten oben genannte Prinzipien nicht gänzlich möglich sein, ist eine persönliche Schutzausrüstung durchzuführen.

Da die Substitution (Ersetzung) eines bereits verbauten Stoffes nicht möglich ist, fällt dieser Punkt beim Umgang mit Gefahrstoffen in der Regel weg. Die technischen Bestimmungen zum Arbeitsschutz stellen die technischen Regeln (TRGS – Technische Regeln für Gefahrstoffe) dar. Diese Regeln bilden zum einen den Stand der Technik ab und konkretisieren im Allgemeinen die Schutzmaßnahmen der Gefahrstoffverordnung (§8 GefStoffV). Der Umgang mit PCB wird jedoch in keiner TRGS konkret beschrieben (vgl. hierzu: TRGS 519- Umgang mit asbesthaltigen Materialien). Aus diesem Grund sind für weitere Maßnahmen die bereits oben beschriebenen PCB-Richtlinien der Länder anzuwenden. Als organisatorische Schutzmaßnahmen werden alle Maßnahmen bezeichnet, die im vorweg durch Absprachen getroffen werden können. Hierzu zählen insbesondere: Aufsicht, Kontrollen, Festlegen von Verhaltensregeln, Unterweisungen und Koordination der Arbeiten. Sofern die vorher genannten Maßnahmen nicht ausreichen, um den Schutz der Beschäftigten zu gewährleisten, oder nicht in Gänze erfüllt werden können, sind persönliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen.³⁵

Bei der Entsorgung von PCB-haltigem Material ist zunächst der PCB-Gehalt zu prüfen. Diese Einstufung ist aus der sog. POP-Verordnung [(EU) Nr. 2019/1021] abzuleiten. POP steht hierbei für persistente, organische Schadstoffe (engl: pollutant). Anhang IV dieser Verordnung bietet eine Auswahl an Gefahrstoffen inklusive sog. Konzentrationsgrenzwerten.

³³ Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG), Stand 23.10.2013, §3 Abs.1

³⁴ vgl. ArbSchG §4

³⁵ Beratungsgesellschaft für Arbeits- und Gesundheitsschutz mbH, 2021. Schutzmaßnahmen. München: Beratungsgesellschaft für Arbeits- und Gesundheitsschutz mbH [Zugriff am: 19.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.bfga.de/arbeitsschutz-lexikon-von-a-bis-z/fachbegriffe-s-u/schutzmassnahmen-fachbegriff/>

Sobald der Stoff die hier genannten Grenzen übersteigt, ist dieser als gefährlicher Abfall zu deklarieren.³⁶ In der Praxis wird die Entsorgung von Abfällen über sogenannte AVV-Schlüssel realisiert. Diese Schlüssel befinden sich in der Anlage zu §2 der AVV (Abfall-Verzeichnis-Verordnung).

Sofern die PCB-Konzentration den o.g. Grenzwert übersteigt, sind folgende Abfallschlüssel zu verwenden:³⁷

- 17 09 02* - Bau- und Abbruchabfälle, die PCB enthalten
- 16 02 09* - Transformatoren und Kondensatoren, die PCB enthalten

Die Abfallentsorgung unterliegt, ungesehen den obigen Darlegungen, der Hierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes. Diese legt zugrunde, dass Abfall zunächst vermieden werden sollte. Falls dies nicht möglich ist, sollte anfallender Abfall möglichst wiederverwertet werden. Sofern keine Wiederverwertung möglich ist, sollte der Abfall verwertet werden. Als endgültige Maßnahme ist die Deponierung heranzuziehen.³⁸ Die Vermeidung des PCB-haltigen Abfalls ist grundsätzlich nicht möglich, da der Stoff schon verbaut wurde. Eine Wiederverwertung von PCB-haltigem Material ist untersagt, da dies den aktiven Gebrauch bzw. eine Verwendung eines Gefahrstoffes bezeichnen würde. Somit sind lediglich die beiden letzten Stufen (Verwertung und Deponierung) maßgebend für die Entsorgung von PCB-haltigem Material. Für die Verwertung ist zu beachten, dass bei unsachgemäßer Verbrennung von PCB hochtoxische Gase (Dioxine und/oder Furane) entstehen können. Aus diesem Grund muss die Verwertungsanlage den Anforderungen des KrWG Anlage 1 entsprechen, konkret dem Verfahren D10, der Verbrennung an Land. Bei der Deponierung ist das Verfahren D12 des Anhang I KrWG (Dauerlagerung) anzuwenden.³⁹

³⁶ vgl. Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.07.2019 über persistente organische Schadstoffe, Stand 20.07.2019, Anhang 4

³⁷ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV), Stand 10.12.2001, Anlage zu §2 Abs. 1

³⁸ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG), Stand 24.02.2012, §6 Abs.1

³⁹ Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 120

3 Literaturrecherche/ Stand der Forschung

Im Folgenden Abschnitt dieser Arbeit trage ich die Informationen zu Chlorparaffinen zusammen. Hierbei berufe ich mich auf oben eingeführtes Informationsschema (Kapitel 2.2) und wende dies auf CP an. Die Datenlage zu CP ist oftmals nicht national erhältlich, weshalb z.T. globale Quellen herangezogen werden müssen. Ferner ist das Informationsschema (s.o.) durch Kapitel, bzw. Unterkapitel gegliedert. Dies dient der besseren Abgrenzung von Informationsbereichen.

3.1 Was sind Chlorparaffine?

Wie bereits beschrieben, ist der Umgang mit Chlorparaffinen (CP) als Gebäudegefahrstoff, in Deutschland noch nicht gänzlich in der Praxis angekommen. Dies hat unter anderem den Hintergrund, dass die vermeintlich gefährliche Wirkung erst seit kurzem rechtskräftig dokumentiert ist. Als weiterer Faktor für die mangelnde Berücksichtigung bei der gefahrstofftechnischen Untersuchung von Gebäuden ist die Unwissenheit über CP zu nennen.

Chemisch betrachtet handelt es sich bei CP um chlorierte Paraffine. Als Paraffine werden in der organischen Chemie sog. n-Alkane bezeichnet. Der Zusatz n stellt hierbei die Anzahl der vorhandenen Kohlenstoffatome dar und liegt bei Paraffinen zwischen 18-32. Alkane sind chemisch betrachtet einfachste gesättigte Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff mit der Summenformel C_nH_{2n+2} .⁴⁰ Abhängig von der Anzahl ihrer Kohlenstoffatome weisen Alkane, respektive Paraffine, stark variierende physikalische Eigenschaften auf. Den deutlichsten physikalischen Unterschied stellt der Aggregatzustand dar. Alkane mit weniger als 5 Kohlenstoffatomen kommen gasförmig vor, zwischen 5 und 17 Kohlenstoffatomen liegen sie flüssig vor. Ab 17 Kohlenstoffatomen liegt ein Feststoff vor.⁴¹ Als Beispiel für diese Zustände dienen hierbei:

- Methan: $CH_4 \rightarrow n < 5$: gasförmig (Verwendung bspw. als Biogas)
- Pentan: $C_5H_{12} \rightarrow 5 \leq n \leq 17$: flüssig (Verwendung bspw. in Benzin)
- Heptadecan: $C_{17}H_{36} \rightarrow n \leq 17$: fest (Verwendung bspw. in Kosmetika)

Weiter steigen mit fortlaufender Anzahl der Kohlenstoffatome auch die Dichte, der Schmelzpunkt, der Siedepunkt sowie die molare Masse.⁴²

Aus den oben genannten Gründen sind Paraffine (Alkane mit 18 oder mehr Kohlenstoffatomen) in der Regel als Feststoff anzutreffen. Paraffin ist im Allgemeinen als reaktionsträge zu bezeichnen. Diese Eigenschaft wird bereits bei der Übersetzung des Begriffes (parum affinis – wenig verwandt, wenig reaktionsfreudig) deutlich.⁴³ Aufgrund dieser Reaktionsträgheit reagieren Paraffine kaum bis gar nicht mit fast allen chemischen Stoffen/ Verbindungen.

⁴⁰ Lumitos AG, 2021. Paraffin. Berlin: Lumitos AG [Zugriff am 20.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Paraffin.html>

⁴¹ Lumitos AG, 2021. Alkane. Berlin: Lumitos AG [Zugriff am 20.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Alkane.html>

⁴² Ebd.

⁴³ Lumitos AG, 2021. Paraffin. a.a.O.

Eine Ausnahme hierzu bilden die Halogene.⁴⁴ Zur chemischen Gruppe der Halogene zählt unter anderem das Element Chlor. Mittels des hohen Einsatzes von Energie (bei Chlorierung i.d.R. durch UV-Strahlung) können die Kohlenstoffketten der Paraffine aufgebrochen werden und die vorhandenen Wasserstoffatome anteilig oder vollständig durch Chloratome ersetzt werden. Dieser Vorgang wird auch als radikalische Substitution bezeichnet.⁴⁵ Als Produkt dieser Reaktion entstehen Chlorparaffine (auch Chloralkane genannt). Durch den Bruch der Kohlenstoffketten entstehen unterschiedlich lange chlorierte Kohlenstoffketten. Aus diesem Grund wird im Allgemeinen zwischen den folgenden drei Fraktionen differenziert:

- kurzkettige Chlorparaffine (SCCP – short chain CP) weisen zwischen 10 und 13 Kohlenstoffatome auf,
- mittelkettige Chlorparaffine (MCCP – medium chain CP) haben zwischen 13 und 17 Kohlenstoffatome,
- langkettige Chlorparaffine (LCCP – long chain CP) besitzen 17 oder mehr Kohlenstoffatome.

Die allgemeine Summenformel von CP lautet demnach: $C_xH_{(2x-y+2)}Cl_y$ ⁴⁶.

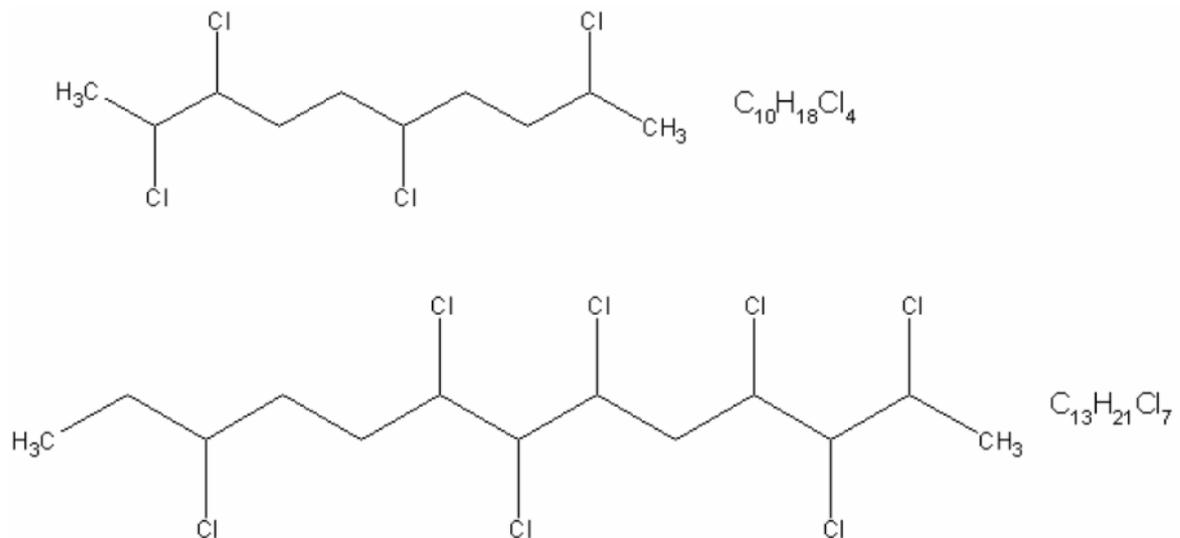


Abbildung 5: Beispielhafte Skelettstrukturen von SCCP⁴⁷

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften von CP variieren, ähnlich PCB, stark mit ihrem Chlorierungsgrad. Dieser liegt i.d.R. zwischen 40 und 70 Massenprozent. Die Änderung der chemischen bzw. physikalischen Eigenschaften beeinflussen weiter direkt auch die Toxizität des Stoffes, analog zu PCB.⁴⁸ Die Kettenlänge des CP hat direkten Einfluss auf seinen Aggregatzustand.

⁴⁴ vgl. Ebd.

⁴⁵ Lumitos AG, 2021. Paraffin. Berlin: Lumitos AG [Zugriff am 20.10.2021]. Verfügbar unter: https://www.chemie.de/lexikon/Radikalische_Substitution.html

⁴⁶ Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) (2011): Begründung zu chlorierte Paraffine in TRGS 900. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Seite 1

⁴⁷ Ebd.

⁴⁸ Zwiener, Gerd u.a. (2014).a.a.O., Seite 121

Allgemein ist festzuhalten, je länger das CP ist, umso viskoser tritt er auf. Bei kurzkettigen CP liegt i.d.R. eine Flüssigkeit vor, LCCP können auch als Feststoff auftreten.⁴⁹ Abschließend werden die für die Betrachtung als Gebäudegefahrstoff relevantesten chemischen und physikalischen Eigenschaften tabellarisch aufgeführt und erläutert:

Eigenschaft:	Interpretation / Erläuterung:
geringe Wasserlöslichkeit	Die reaktionsträgheit der Paraffine ist ausschlaggebend für die geringe Wasserlöslichkeit der CP. Die Molekularstruktur der CP lässt eine Reaktion, respektive Lösung, in Wasser nicht zu
schwer entflammbar	CP sind i.d.R. temperaturbeständig bis 200 °C. Der nicht-brennbare Chlorwasserstoff der CP spaltet sich bei hohen Temperaturen ab, was eine Entflammung verhindert. Weiter stören die Kettenabbruchreaktionen den Entflammungsprozess ⁵⁰
lipophil	„fettliebend“. Das Chlor in CP ist wie bei PCB zu bewerten. Der Stoff reichert sich in Fettgewebe an und wird dort kaum abgebaut
persistent	Persistenz ist in diesem Kontext als „langlebig, lang-überdauernd“ zu übersetzen. Die Langlebigkeit von CP ist maßgeblich von den vorgenannten Eigenschaften abhängig
bioakkumulierend	Mit Bioakkumulation ist die Eigenschaft gemeint, dass CP sich in Organismen aufgrund seiner Persistenz und seines Bioakkumulationsverfahrens anreichern können
geringer Dampfdruck	aus geringem Dampfdruck lässt sich ableiten, dass CP verhältnismäßig schwer aus Anwendungen heraustreten können
ubiquitär	frei übersetzt: allgegenwärtig. Aufgrund der hohen Persistenz, der geringen Wasserlöslichkeit und der bioakkumulierenden Eigenschaften werden CP kaum natürlich abgebaut

Tabelle 3: chemische und physikalische Eigenschaften von Chlorparaffinen ⁵¹

3.1.1 Verwendung und Produktion von Chlorparaffinen

Aufgrund der oben beschriebenen chemischen Beschaffenheit und der damit einhergehenden Vorteile von CP bieten sich vielfältige Verwendungsmöglichkeiten an. Als Hauptverwendungszwecke sind folgende zu nennen: ⁵²

- Verwendung in der Metallverarbeitung
- Verwendung in der Gummiindustrie
- In der Leder- und Textilverarbeitung
- Zusatz in Farben/ Lacken
- Zusatz in Dicht- und Klebstoffen

Die Verwendung von Chlorparaffinen in der metallverarbeitenden Industrie beschränkt sich hauptsächlich auf die Verwendung als Additiv in Schmierölen (bspw. Bohröle o.ä.).

⁴⁹ vgl. Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 121

⁵⁰ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2002): Risikobewertung kurzkettiger Chlorparaffine als Textilhilfsstoffe für Bekleidung und vergleichbare Bedarfsgegenstände o.a.: BfR, Seite 2

⁵¹ Eigene Darstellung nach Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 121

⁵² vgl. Diefenbacher, Pascal (2017): Chlorparaffine in Gebäuden. In: Gebäudeschadstoffe und Innenraumluft. Heft 2.2017, Seite 25

Dies hat den Hintergrund, dass bei der Metallbearbeitung unter Hitze und Reibung mit CP-haltigen Schmiermitteln Salzsäure entsteht. Die entstandene HCl reagiert mit der Metalloberfläche zu Metallchloriden und wirkt schmierend.⁵³

Als Einsatz von CP in der Gummiindustrie sind insbesondere Förderbänder zu nennen, speziell in Bergwerken. Weiter wurden CP zur elektrisch-isolierenden Funktion Schläuchen und Kabelummantelungen in der Autoindustrie zugesetzt.⁵⁴

In der Leder- und Textilindustrie wurden CP vorallem aufgrund ihrer wasserabweisenden und flammenhemmenden Wirkung zugesetzt. Somit sind hauptsächlich Textile Schutzbekleidungen mit CP versetzt worden. In der Lederindustrie dienten CP zusätzlich zum Entfetten und Aufweichen der Tierhäute. Aufgrund der chemischen Eigenschaften ist jedoch davon auszugehen, dass die mit CP bearbeiteten Lederstücke bis zu 99% des Gemisches aufgenommen und gebunden haben.⁵⁵

Als für den bautechnischen Bereich relevante Anwendung von CP ist deren Zusatz in Lacken, Farben und Beschichtungen zu nennen. CP wurden auch hier aufgrund ihrer wasserabweisenden und flammenhemmenden zugesetzt. Durch diese Eigenschaften entsteht eine Witterungs-, und korrosionsbeständige Beschichtung. Aus diesem Grund sind insbesondere Beschichtungen mit CP versetzt, welche der Witterung permanent ausgesetzt sind (Schiffslack, Brückenbeschichtungen, Straßenbahnmarkierungen, Betonbeschichtungen o.ä.).⁵⁶ Der Gehalt von CP in Anwendungen der Lack- und Farbindustrie beträgt in der Regel 5-15 Masseprozent.⁵⁷

Die wohl bedeutendste Anwendung von CP im bautechnischen Bereich stellt die Verwendung in Dichtmassen und Klebstoffen dar. Chlorparaffine wurden hier aufgrund ihrer chemischen Wirkung als Weichmacher in Kunststoffen eingesetzt. Im Allgemeinen wurden sie als sekundäre Weichmacher verwendet, da sie häufig günstiger waren als die primären Weichmacher. Ihr Einsatz wurde auch durch ihre flammenhemmende Wirkung gestützt.⁵⁸ In der Regel betrug der Anteil von CP an der Masse des Endproduktes 10-15%.⁵⁹

Um diese Verwendungen zu visualisieren werden im Folgenden die Anwendungsbereiche von SCCP, in den Jahren 1994 und 2009 dargestellt:

⁵³ Bollinger, Roman u. Randegger-Vollrath, Anke (2003): Kurzkettige Chlorparaffine – Stoffflussanalyse. In: Schriftenreihe Umwelt, Nr. 354, Seite 31

⁵⁴ Ebd. Seite 32-33

⁵⁵ Ebd., Seite 31

⁵⁶ Ebd., Seite 32

⁵⁷ Fiedler, Heidelore (2010): Short-Chain Chlorinated Paraffins: Production, Use and International Regulations. In: The Handbook of Environmental Chemistry, Band 10. Springer, Berlin, Heidelberg, Seite 1-40

⁵⁸ Bollinger, Roman u. Randegger-Vollrath, Anke (2003). a.a.O. Seite 33

⁵⁹ Fiedler, Heidelore (2010). a.a.O. Seite 1-40

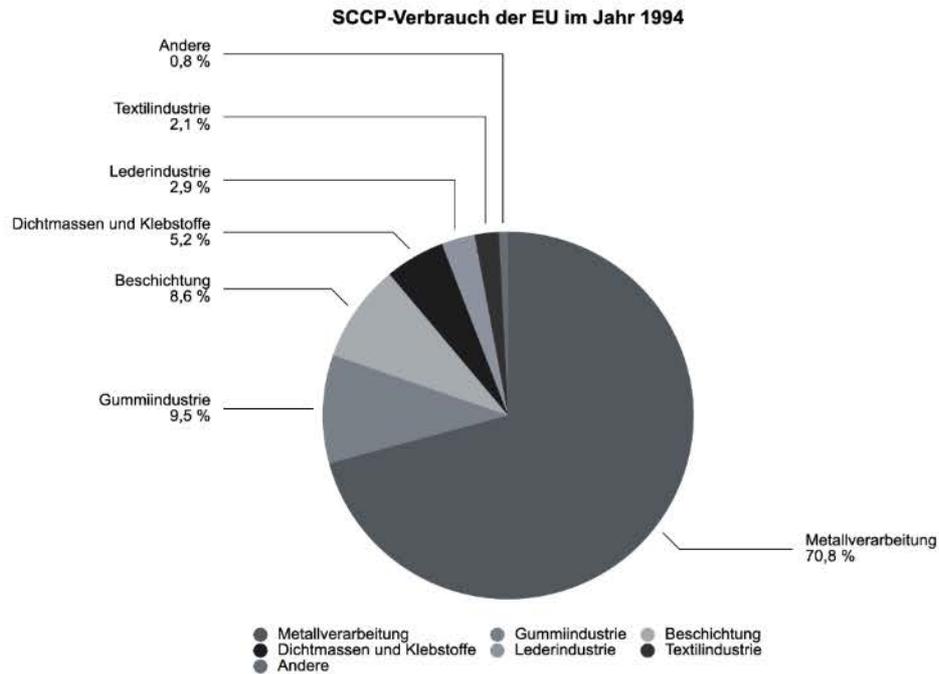


Abbildung 6: angenommener SCCP – Verbrauch der EU im Jahr 1994 ⁶⁰

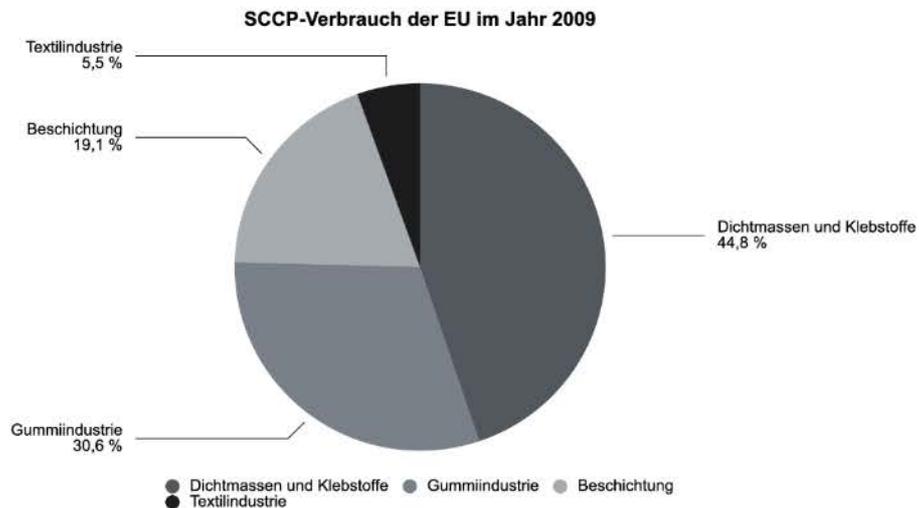


Abbildung 7: angenommener SCCP- Verbrauch der EU im Jahr 2009 ⁶¹

⁶⁰ Eigene Darstellung nach: Risk & Policy Analysts Limited, 2010. Evaluation of Possible Restrictions on Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs). Final Report. Norfolk: Risk & Policy Analysts Limited, [Zugriff am 26.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.informea.org/en/evaluation-possible-restrictions-short-chain-chlorinated-paraffins-sccps-final-report>

⁶¹ Eigene Darstellung nach Ebd.

An dieser Stelle ist zu bemerken, dass lediglich Erhebungen zur Verwendung, respektive Produktion, von SCCP erhältlich sind. Es gibt nur vereinzelte Schätzungen über die gesamte Produktion/ Verwendung von CP in sämtlichen Kettenlängen. Da bei der Produktion von MCCP und LCCP jedoch auch SCCP unbeabsichtigt als Nebenprodukt entstehen können, können diese Zahlen als Minimum für jedwede CP-Fractionen herangezogen werden.⁶²

Die gezeigten Diagramme stellen relative Verwendungsmengen dar. Aus den dahinterliegenden absoluten Zahlen lässt sich eine deutliche Abnahme der Produktion ableiten. Die für 1994 zugrundeliegenden Daten wurden im Jahr 2007 von der *Environment Agency for England and Wales* erhoben und legen eine Menge von 13.208 Tonnen zugrunde. Die Daten zur Verwendung von 2009 hingegen gehen von einer kumulierten Menge von 530 Tonnen aus.⁶³

Dieser Trend zeichnet sich auch in folgender Darstellung ab, welche den Gesamtverbrauch von SCCP in der EU im Verlauf von 1994 – 2009 darstellt. Bei dieser Darstellung erfolgt keine Gliederung nach Verwendungszwecken:

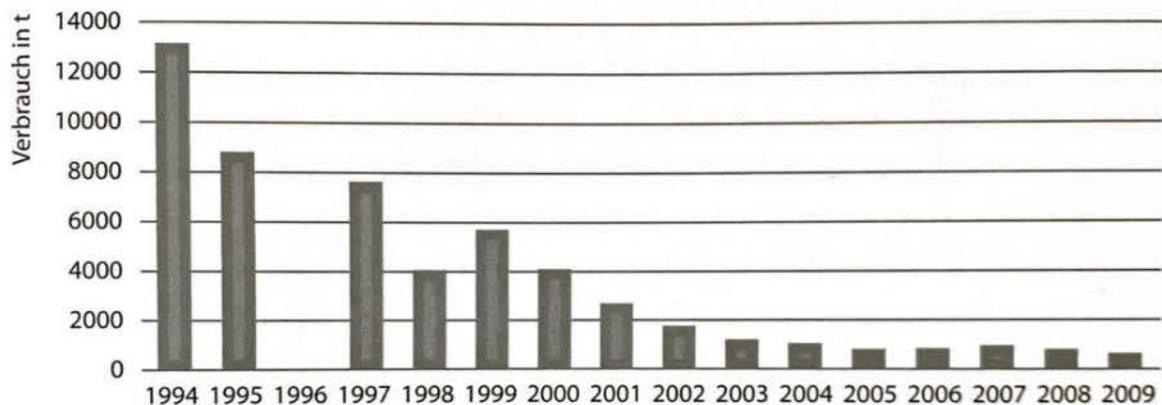


Abbildung 8: SCCP Verbrauch der EU von 1994-2009, keine Daten für 1996 vorhanden⁶⁴

Aus den oben dargelegten Zahlen zu Verwendung von SCCP lassen sich einige Schlüsse für die weitere Verwendung ableiten. Die Metallindustrie begann bereits in der Mitte der 1990er Jahre damit, SCCP zu substituieren. Mit dem Verbot zur Verwendung von SCCP in der Metall- und Lederindustrie im Jahr 2002, welche in Kapitel 3.1.2 genauer betrachtet wird, viel diese Verwendung vollumfänglich weg.⁶⁵

Die für die Betrachtung von CP als Gebäudegefahrstoff „wichtigen“ Verwendungen sind jedoch auch noch im Jahr 2009 in relevanter Größenordnung vorhanden. Im Jahr 2009 entfielen annähernd 65% der verwendeten SCCP auf diesen Bereich (siehe Abb. 7, Beschichtungen und Dichtmassen/ Klebstoffe). Hierbei entsprechen 65% einer absoluten Menge von ca. 345 Tonnen.

⁶² ESWI (2011): Final Report. Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. München: ESWI (Expert Team to Support Waste Implementation), Seite 351

⁶³ Risk & Policy Analysts Limited, 2010. a.a.O.

⁶⁴ Diefenbacher, Pascal (2017). a.a.O., Seite 25

⁶⁵ Ebd., Seite 24

Die folgende Tabelle gibt einen detaillierten Überblick dieser Verwendungen:

	Anwendungsbereiche	Vorkommen in Gebäuden
Dicht- und Klebstoffe	Polymere (Polyacrylate, Polyurethane, Polysulfid-dichtungsmassen) und Fugenmassen	<ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsfugen (z.B. Gebäudedehnungsfugen) • Anschlussfugen (z.B. Anschlüsse an Fenster- oder Türen) • Abdichtungen (z.B. Dachabdichtungsbahnen, Wasserreservoirs, Abdichtung von unterirdischen Anlagen)
Beschichtungen	wasser-, witterungs- oder korrosionsbeständige Farben oder Lacke sowie Brandschutzanstriche	<ul style="list-style-type: none"> • Korrosionsschutzanstriche von Metallen (z.B. Schutzanstrich an Maschinen, Brücken o.ä.) • Flammenschutzanstriche an Tanks • witterungsbeständige Fassadenanstriche • wasserfeste Bodenbeschichtungen (z.B. in Treppenhäusern, an Außenbauteilen- vorwiegend Beton) • Farben für Straßenmarkierungen

Tabelle 4: bautechnische Anwendungen von SCCP ⁶⁶

Die Verwendung von MCCP, oder LCCP, ist nicht dokumentiert. Da MCCP zunehmend als Ersatzstoff für SCCP verwendet wurden, ist jedoch davon auszugehen, dass die beschriebenen Mengen SCCP als Mindestmaß für die MCCP-Verwendung angenommen werden können.⁶⁷ Jüngere Daten zur Verwendung, und im speziellen mit Differenzierung der CP-Fraktionen, liegen nach gründlicher Recherche derzeit nicht vor.

Die oben beschriebene Verwendung von CP lässt indirekt auf dessen Produktion schließen.

⁶⁶ Eigene Darstellung nach Diefenbacher, Pascal (2017). a.a.O., Seite 26

⁶⁷ ESWI (2011). a.a.O. Seite 351

Das folgende Diagramm visualisiert die Produktionsmengen von CP weltweit von 1930 bis 2010.

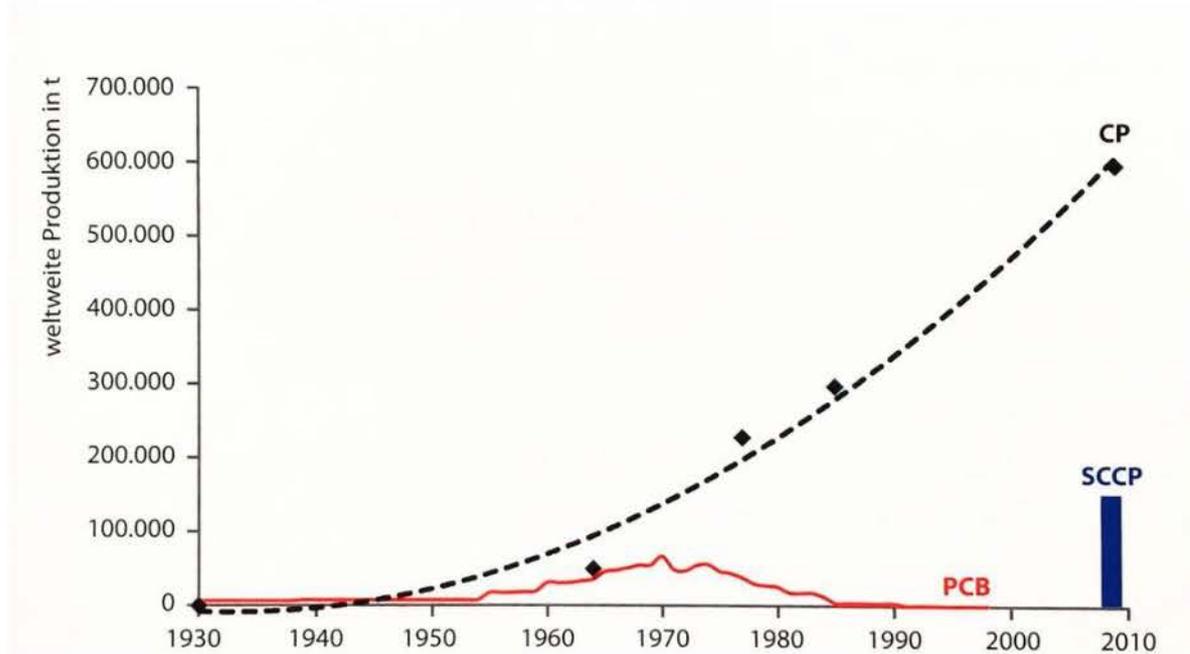


Abbildung 9: weltweite Produktion von PCB und CP, 1930 – 2010 ⁶⁸

Im Folgenden werden die Kernaussagen der obigen Darstellung zusammengefasst:

- CP- Produktion steigt kontinuierlich an
- In etwa 21% der weltweit produzierten CP entfallen auf SCCP
- Die Produzierte Menge PCB ist weltweit im Vergleich zu CP marginal
- Die PCB-Produktion nimmt rapide nach dem Verbot zur Verwendung in der EU (1978) ab, die CP-Produktion nach dem Verbot durch die EU (2002) nicht

Die SCCP-Produktion in Europa ist maßgeblich zwei Produzenten zuzuschreiben. Zum einem der *INEOS Chlor Ltd.* (Handelsname: Cerechlor) im Vereinigten Königreich und zum anderem der *Caffaro Chimica S.r.l* (Handelsname: Cloparin) in Italien. Weiter wurden in SCCP in Slowenien produziert.⁶⁹

In Deutschland wurde die SCCP- Produktion von drei Firmen bestimmt: *Clariant, Hoechst und Huels*. Die Firma Hoechst, welche als bedeutendste dieser drei hervorzuheben ist, produzierte in den Jahren 1993 – 1995 nach eigenen Angaben bis zu 19.300 Tonnen SCCP jährlich.⁷⁰ Mit der Einschränkung der Verwendung im Jahr 2002 durch die bereits erwähnte EU-Verordnung 2002/45/EG brachen Produktion sowie Verwendung in der EU rapide ein. Dieses Produktionsvakuum füllten von dort an nicht-EU-Länder wie China oder Indien. China ist hierbei als marktbeherrschend zu bezeichnen. Die CP-Produktion stieg hier von schätzungsweise 20.000 Tonnen im Jahr 1990 auf 600.000 Tonnen im Jahr 2007.⁷¹ Die folgende Darstellung visualisiert den enormen Anstieg der CP-Produktion in China in den Jahren 1990 bis 2007.

⁶⁸ Diefenbacher, Pascal (2017). a.a.O., Seite 23

⁶⁹ Fiedler, Heide Lore (2010). a.a.O.

⁷⁰ vgl. ESWI (2011). a.a.O. Seite 302

⁷¹ Risk & Policy Analysts Limited (2010), a.a.O., Seite 1

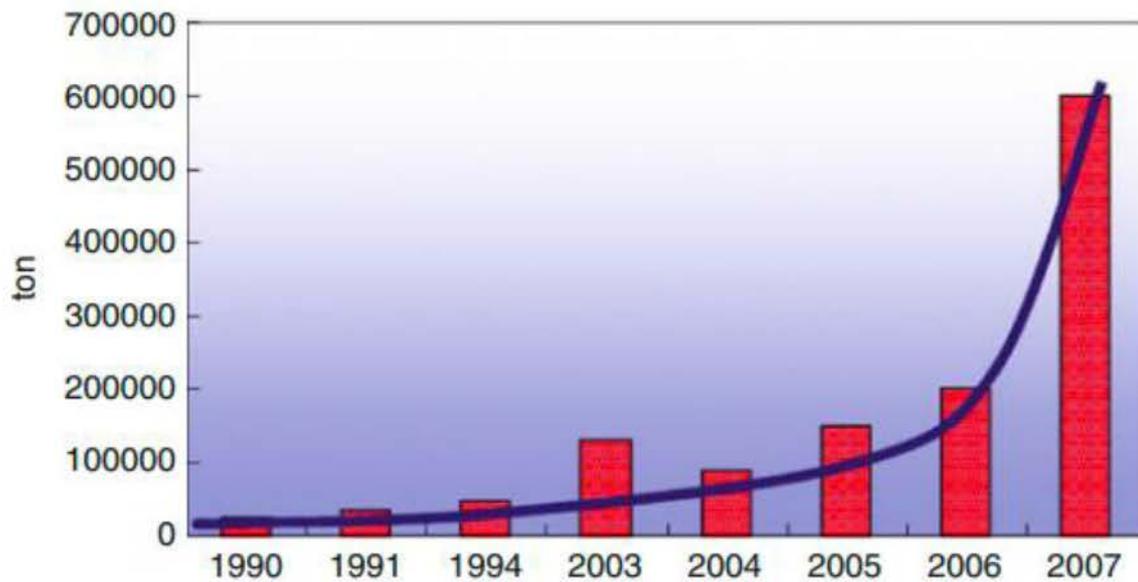


Abbildung 10: CP-Produktion in China von 1990 – 2007⁷²

Gegenwärtig sind keine jüngeren Zahlen bezüglich der Produktion von CP im In- und Ausland bekannt.

LCCP und MCCP sind jedoch, auch in Deutschland, noch frei erhältlich. Als Beispiel hierfür ist die Firma *Vantage Leuna GmbH* zu nennen. Von dieser Firma wird beispielsweise das Produkt „Hordaflex“ vertrieben. Vor den Regulierungen für SCCP enthielt dieses Produkt nachgewiesenermaßen SCCP. Gegenwärtig werden als Additiv MCCP zugesetzt.⁷³

⁷² Fiedler, Heide Lore (2010). a.a.O.

⁷³ Vantage Leuna GmbH, 2021. Chlorparaffine. Leuna, Vantage Leuna GmbH, [Zugriff am: 27.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.vantage-leuna.de/chlorparaffine/>

3.1.2 Gesundheitliche Gefährdungen von CP

Die Betrachtung der gesundheitlichen Wirkung von CP auf den Menschen sind maßgebend für den rechtlichen Umgang mit ebendiesen. Nur durch Feststellung der potenziellen gesundheitlichen Gefährdungen lassen sich Handlungsempfehlungen und Schutzmaßnahmen ableiten.

Bei der gesundheitlichen Betrachtung von CP auf den Menschen sind die unterschiedlichen CP-Fractionen separat zu betrachten. Gegenwärtig wird die Wirkung von SCCP, MCCP und LCCP auf die Gesundheit getrennt betrachtet. Im Folgenden wird zunächst die gesundheitliche Wirkung von SCCP betrachtet. Im Nachgang wird detaillierter auf die Wirkung von MCCP und LCCP eingegangen.

Für die Bewertung der gesundheitlichen Wirkungen eines Stoffes müssen zunächst Parameter definiert werden, an denen sie verglichen und bewertet werden können. Hierfür sind weiter verschiedene chemische Eigenschaften zu betrachten. Das Gefährdungspotential von CP wird im Folgenden aufgrund seiner chemischen Eigenschaften: Wasserlöslichkeit, fettlöslichkeit und Dampfdruckstabilität bewertet. Zusätzlich erfolgt die Bewertung anhand der Toxizität (akut und chronisch – dermal und oral), der Fortpflanzungsbeeinträchtigungen, der Zellschädigung sowie der Kanzerogenität.

Da SCCP eine geringe Kettenlänge aufweisen, binden sie verhältnismäßig viel Chlor. Die Kombination aus Chlor und Alkangerüst (s.o.) sorgt für einen hohen Widerstand gegenüber Wasser. SCCP sind praktisch nicht wasserlöslich.⁷⁴ Aus diesem Grund überdauern in die Umwelt abgegebene SCCP (bspw. durch die Abfallwirtschaft) sehr lang in Gewässern und reichern sich hier aufgrund ihrer lipophilen Wirkung in Fischen o.ä. an. Die lipophile Wirkung eines Stoffes wird anhand des sogenannten „log K_{ow} “ beschrieben. Der Oktanol-Wasser-Koeffizient (log K_{ow}) stellt die Standardmethode dar. Zunächst wird der zu prüfende Stoff in einem Oktanol-Wasser-Gemisch zugeführt, daraufhin werden die Stoffgehalte in den jeweiligen Fraktionen bestimmt und dividiert.⁷⁵ SCCP weisen in der Regel einen log K_{ow} von 4,4 – 8 auf und sind somit als schwer fettlöslich zu bezeichnen.⁷⁶ Die bereits oben beschriebenen PCB weisen nahezu gleiche log K_{ow} -Werte, zwischen 4,46 – 8,18, auf.⁷⁷ Mittels dieser Übereinstimmung ist belegt, dass die fettlöslichkeit von PCB, der von SCCP gleichgesetzt werden kann. Aus der erschwerten fettlöslichkeit ergibt sich weiter ein hohes Bioakkumulationspotential. Sofern SCCP im Organismus vorhanden sind, verweilen sie dort. Der Abbau ist aufgrund der genannten Eigenschaften nur schwer möglich. Gestützt wird diese Aussage durch zahlreiche Studien und Tierversuche.

⁷⁴ Leisewitz, André u.a. (2003): Orientierende Messungen gefährlicher Stoffe – Landesweite Untersuchung auf organische Spurenverunreinigung in hessischen Fließgewässern, Abwässern und Klärschlämmen – Teil 6.19: Kurzkettige Chlorparaffine. Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Seite 19/2

⁷⁵ DocCheck Community GmbH, 2021. Oktanol-Wasser-Koeffizient. Köln: DocCheck Community GmbH, 20.09.2021 [Zugriff am: 29.10.2021]. Verfügbar unter: <https://flexikon.doccheck.com/de/Oktanol-Wasser-Koeffizient>

⁷⁶ Leisewitz, André u.a. (2003) a.a.O., Seite 19/3

⁷⁷ Ludewig u.a. (2013): Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 107. Lyon: IARC, Seite 46-50

Tierversuche mit SCCP wurden mit diversen Spezies durchgeführt, für die weitere Betrachtung wird sich jedoch auf Versuche an Säugetieren bezogen.⁷⁸

Die akute Toxizität eines Stoffes wird über den sogenannten LD₅₀-Wert angegeben. LD₅₀ steht hierbei für die tödliche (letale) Dosis eines Stoffes in 50% der Fälle. Im Gegensatz zum LD₉₉ -Wert gibt der LD₅₀ -Wert also eine gemittelte Toxizität wieder.⁷⁹ SCCP wiesen, bei Tierversuchen an Ratten, eine akute orale Toxizität von 4g/kg Körpergewicht auf.⁸⁰ Damit liegt SCCP auch hier sehr nah bei der akuten oralen Toxizität von PCB, welche mit 1-10g/kg Körpergewicht angegeben ist.⁸¹ Die akute dermale Toxizität von SCCP ist so gering, dass sie bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Bei Versuchen überstieg die applizierte Menge SCCP eine LD₅₀ von 13,3 g/kg Körpergewicht.⁸² Bei Überschreitung der o.g. Dosis entstanden jedoch Irritationen der Haut sowie der Schleimhäute. Dies ist jedoch vermutlich auf den erhöhten Chloranteil in SCCP zurückzuführen.⁸³ Zusammenfassend ist also festzustellen, dass die akute Toxizität von SCCP als sehr gering betitelt werden kann.

Die chronische Toxizität von SCCP hingegen gilt als groß. In Langzeit-Tierversuchen konnten bei den Versuchstieren (Ratten) multiple Organbeschwerden nachgewiesen werden. Als Beispiel wird hier eine Studie des *Working Party of the Chlorinated Paraffin Manufacturers Toxicology Testing Consortium* angeführt. In dieser Versuchsdurchführung wurden den Versuchstieren unterschiedlich hohe Dosen über einen Zeitraum von 90 Tagen appliziert. Hierbei wurde festgestellt, dass ab einer Dosis von 100mg/kg Körpergewicht eine Zunahme des Leber- und Nierengewichts eingetreten ist. Zusätzlich konnten ab o.g. Dosis auch ein erhöhtes Organwachstum, speziell Nierenwachstum sowie Nierenentzündungen beobachtet werden.⁸⁴ Die Beeinflussung von Zellen durch SCCP ist gegenwärtig noch nicht bewiesen. Im Jahr 1996 wurde jedoch durch eine Versuchsreihe bei Ratten nachgewiesen, dass eine Applikation mit verschiedenen SCCP-haltigen Produkten die Zellkommunikation stören bzw. hemmen kann.⁸⁵ Die kanzerogene (krebserregende) Wirkung von SCCP wird in Deutschland seit 1990 diskutiert. Ausschlaggebend hierfür war, dass in Tierversuchen eindeutig nachgewiesen wurde, dass SCCP Krebs verursachen können. Bei den Versuchstieren (Ratten) traten, mitunter nicht dosisabhängig, Tumore an Leber-, Nieren- und Uterus auf. Weiter traten auch Lungentumore auf.⁸⁶ Die *International Agency for Research on Cancer (IARC)* kam durch Versuchsreihen im Jahr 1989 ebenfalls zu dem Schluss, dass SCCP von irrelevanter Kettenlänge und einem

⁷⁸ Bollinger, Roman u. Randegger-Vollrath, Anke (2003) a.a.O. Seite 73

⁷⁹ DocCheck Community GmbH, 2021. Letaldosis. Köln: DocCheck Community GmbH, 12.01.2021 [Zugriff am: 29.10.2021]. Verfügbar unter: https://flexikon.doccheck.com/de/Letaldosis?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch

⁸⁰ Legler, Juliette u. El-Sayed, Tamer (2010): Chlorinated Paraffine - Overview of the Mammalian and Environmental Toxicity of Chlorinated Paraffins. Berlin, Seite 137

⁸¹ Kimbrough u.a. (1978): Animal Toxicology. In Environmental Health Perspectives, Band 24, Seite 173-184

⁸² Legler, Juliette u. El-Sayed, Tamer (2010): a.a.O., Seite 137

⁸³ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2002). a.a.O., Seite 2

⁸⁴ Bollinger, Roman u. Randegger-Vollrath, Anke (2003) a.a.O. Seite 73

⁸⁵ Ebd., Seite 74

⁸⁶ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2002). a.a.O., Seite 3

Chlorierungsgrad von ca. 60% als „möglicherweise krebserzeugend für den Menschen“ eingestuft werden sollten.⁸⁷

Auf Grundlage der o.g. erlangten Erkenntnisse wurden SCCP mit der Kennzeichnung „K2“ nach EG 1272/2008 versehen. Somit gelten SCCP offiziell als verdächtig, krebserzeugend für den Menschen zu sein.⁸⁸

Zusammenfassend ist also nur eine vermeintlich kanzerogene Wirkung von SCCP nachgewiesen. Andere gesundheitsschädliche Wirkungen konnten bislang noch nicht bewiesen werden.

Die Datenlage zur Exposition mit SCCP ist allgemein als gering zu bezeichnen. Aufgrund der Dampfdruckstabilität ist eine Aufnahme durch die Atemluft jedoch als unwahrscheinlich zu bezeichnen. Weiter wird SCCP oftmals über fettreiche Lebensmittel zugeführt (vgl. PCB). Eine dermale Aufnahme ist ebenfalls denkbar.⁸⁹

MCCP unterscheiden sich grundsätzlich über das, im Vergleich zu SCCP, längere Alkangerüst und den geringeren Chlorgehalt bezogen auf die Masse. Nichtsdestotrotz weisen sie die chemischen Eigenschaften wie eine geringe Wasserlöslichkeit und die erhöhte lipophile Wirkung auf. Die Wasserlöslichkeit von MCCP liegt bei ca. 5-27 µg/l und gilt somit als kaum wasserlöslich. Der log K_oW von MCCP liegt zwischen 5,5 – 8. Beide Werte variieren stark mit dem Chlorierungsgrad.⁹⁰ Es ist festzuhalten, dass MCCP in diesen Bereichen große Schnittmengen mit SCCP aufweisen (s.o.). Das durch oben gegebene Parameter angenommene hohe Bioakkumulationsvermögen von MCCP wird durch diverse Studien gestützt. Unabhängig voneinander konnten so beispielsweise weltweit Konzentrationen von MCCP in Fettgewebe und Muttermilch bei Menschen nachgewiesen werden.⁹¹

Die in der Literatur vorliegende Datenlage über die akute Toxizität von MCCP ist insgesamt als gering zu bewerten. Vereinzelt Studien mit Versuchstieren (Ratten/ Mäuse) zeigen jedoch geringe Irritationen der Schleimhäute (Augen) sowie der Haut auf.⁹² Diese Aussage wird durch weitere Untersuchungen, bei denen wiederholt über einen definierten Zeitraum MCCP auf der Haut und in Schleimhäuten appliziert wurde, untermauert. Die Haut der Tiere neigte hiernach zur Rissbildung und Rötungen.⁹³

Studien zu oraler Aufnahme von MCCP zeigen zunächst kaum gesundheitliche relevante Ergebnisse auf. Bei den Versuchen trat keine erhöhte Mortalität auf.

⁸⁷ Bannasch, Peter u.a. (1990). a.a.O., Seite 70

⁸⁸ EG 1272/2008 Anhang 4

⁸⁹ World Health Organization, 2021. Environmental Health Criteria 181. Chlorinated Paraffins.o.a.: [Zugriff am: 30.10.2021]. Verfügbar unter: <https://incem.org/documents/ehc/ehc/ehc181.htm#PartNumber:9>

⁹⁰ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2011): Begründung zu Chlorierte Paraffine in TRGS 900. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Seite 1

⁹¹ European Chemicals Agency (2019): Substance Evaluation Conclusion As required by REACH Article 48 And Evaluation Report for Medium-chain chlorinated paraffins / alkanes, C14-17, chloro. Helsinki: European Chemicals Agency, Seite 80

⁹² World Health Organization, 2021. a.a.O.

⁹³ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2011). a.a.O., Seite 4

Es ist hervorzuheben, dass bei einem überdurchschnittlich hohen Anteil der Versuchstiere das Gewicht der Niere sowie der Leber zunahm (vgl. SCCP).⁹⁴ Jedoch trat auch bei einer stark erhöhten Applikation (15.000 mg/kg Körpergewicht) abgesehen von o.g. Symptomen keine erhöhte Mortalität auf.⁹⁵

Belege für die Schädlichkeit von chronischer Belastung mit MCCP liegen nur bedingt vor. Die *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* zieht für die Bewertung der chronischen Toxizität von MCCP drei Studien zur Rate. Diese drei Studien, alle mit Versuchstieren (Ratten) durchgeführt, kommen zu einem ähnlichen Ergebnis. Es konnten zwar keine „schädlichen“ Einflüsse von MCCP dokumentiert werden, jedoch ist abhängig vom Dosierungsgrad ein deutlich erhöhtes Leber- und Nierenwachstum zu beobachten. Die Studie vom IRDC, aus dem Jahr 1984, spricht deshalb von einer erhöhten renalen (Niere betreffenden) Toxizität.⁹⁶

Als weiteren chronischen Effekt bei der Applikation mit MCCP in hohen Dosen konnte außerdem eine hormonelle Umstellung der Versuchstiere beobachtet werden.⁹⁷

Zur Bewertung der kanzerogenen Wirkung von MCCP liegen gegenwärtig keine Tierexperimentellen Studien vor.⁹⁸

Zusammenfassend sind die Beschreibungen zur Wirkung von MCCP auf die menschliche Gesundheit als nicht ausreichend erforscht zu bezeichnen. Die o.g. Wirkungen indizieren Symptome, welche Anlass dazu geben sollten, weitere Forschungen vorzunehmen. Dies betrifft insbesondere die chronische Toxizität des Stoffes. Gegenwärtig sind MCCP lediglich mit dem Gefahrenhinweis „H362“ (Kann den Säugling über die Muttermilch schädigen) zu deklarieren.⁹⁹

Im Allgemeinen gelten LCCP als deutlich weniger schädlich für Organismen als SCCP oder MCCP.¹⁰⁰ Ferner lassen sich gegenwärtig keine Anhaltspunkte für die schädliche Wirkung von LCCP auf den Menschen finden. Es wurde jedoch durch Tierversuche belegt, dass sich auch LCCP gezielt in der Leber und Niere anreichern.¹⁰¹ Die Akute Toxizität von LCCP konnte nicht nachgewiesen werden. Zudem waren nur in den Hochdosierungsgruppen chronische, toxikologische Befunde zu sichern. Hochdosiert bedeutet hier im Schnitt 5000 mg/kg Körpergewicht.¹⁰² Umgerechnet auf einen durchschnittlichen Menschen von 70kg Körpergewicht würde dies eine LCCP-Einnahme von ca. 350g/Tag voraussetzen.

⁹⁴ vgl. Ebd.

⁹⁵ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2011). a.a.O., Seite 3

⁹⁶ Ebd., Seite 5-7

⁹⁷ Ebd., Seite 10

⁹⁸ Ebd., Seite 10

⁹⁹ LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2021. Mittelkettige Chlorparaffine (MCCP) (UVCB-Stoffe bestehend aus mehr als oder gleich 80 % linearen Chloralkanen mit Kohlenstoffkettenlängen im Bereich von C14 bis C17). Karlsruhe: LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 26.07.2021 [Zugriff am: 30.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.reach.baden-wuerttemberg.de/-/mittelkettige-chlorparaffine-mccp->

¹⁰⁰ Fiedler, Heide Lore (2010). a.a.O.

¹⁰¹ World Health Organization, 2021. a.a.O.

¹⁰² Ebd.

3.1.3 Reglementierungen im Umgang mit CP

Wie mit einem chemischen Stoff umgegangen wird, ist maßgeblich von seiner vermeintlichen Schädlichkeit abhängig. Grundsätzlich lässt sich sagen, je gefährlicher ein Stoff ist, desto regulierter ist der Umgang mit ebendiesem. Aus diesem Grund wird bei der Regulierung im Umgang mit CP scharf differenziert, welche Fraktion (SCCP, MCCP oder LCCP) vorliegt. Aus o.g. Gründen wird damit ersichtlich, dass die Regeln für den Umgang mit SCCP deutlich detaillierter ausformuliert sind, im Vergleich zu den beiden anderen Fraktionen. Weiter findet im Allgemeinen nur selten eine Differenzierung zwischen MCCP und LCCP statt.

Im Folgenden werden die rechtlichen Bestimmungen im Umgang mit CP betrachtet. Zunächst wird dabei überregional betrachtet, welche Regularien in der Europäischen Union vorliegen. Anschließend werden die deutschen Regelwerke in Bezug auf CP betrachtet.

Die Regeln, welche hier erläutert werden, dienen der späteren Einstufung von CP als Gebäudegefahrstoff.

3.1.3.1 Reglementierung von CP in der EU

Im Jahr 1976 stellte die Europäische Union die Richtlinie 76/769/EWG auf. Diese befasste sich mit der „Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen“.¹⁰³ In dieser Richtlinie wird ganz grundsätzlich festgehalten, dass die Angleichung der nationalen Bestimmungen mit EU-Recht im Umgang mit umweltgefährdenden und gesundheitlich relevanten Stoffen stattfinden sollte. In dieser Richtlinie werden jedoch nur einige Stoffe (u.a. PCB) namentlich genannt.¹⁰⁴ Bei der Festlegung, ob es sich um einen Stoff handelt, welcher einer Regulierung bedarf, zieht die Europäische Union andere Institutionen zur Rate. Hierzu zählt unter anderem die „OSPAR“. Die OSPAR entwickelte sich im Jahr 1992 aus der sogenannten „Oslo-Konvention“ und der „Paris-Konvention“ und kann als Übereinkommen diverser Staaten zum Schutz der Meeresumwelt und des Nordatlantiks verstanden werden. Das Ziel der OSPAR ist die Regulierung aller Belange (darunter auch Umweltschutz) welche die Nordsee und den Nordatlantik betreffen.¹⁰⁵ Aus diesem Umweltschutzaspekt ergab sich im Jahre 1995 die PARCOM-Mitteilung 95/1. In dieser Mitteilung fordert OSPAR, aufgrund der persistenten, bioakkumulierenden und toxischen Wirkung, dass die Verwendung von SCCP in den Einsatzgebieten als Weichmacher in Kunststoffen, Additiv in Farben und Lacken, in der Metallverarbeitung sowie als Flammenschutzmittel schrittweise eingestellt wird.¹⁰⁶

¹⁰³ Richtlinie des Rates vom 27.07.1976 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen, 76/769/EWG. Luxemburg: Europäisches Parlament und der europäische Rat, Seite 1

¹⁰⁴ Ebd.

¹⁰⁵ vgl. OSPAR Commission, 2021. OSPAR Convention. London: OSPAR Commission, [Zugriff am 31.10.2021]. Verfügbar unter: <https://www.ospar.org/convention>

¹⁰⁶ OSPAR Secretariat, 1995. PARCOM Decision 95/1 on the Phasing Out of Short Chained Chlorinated Paraffins. OSPAR (1995) [Zugriff am 20.12.2021].

Konkret wird die Verwendung von SCCP als Dichtstoff und Additiv in der Gummiindustrie bis 31.12.2004 gefordert. Alle anderen Verwendungen sollten bis 31.12.1999 substituiert sein.¹⁰⁷

Die Europäische Union kam dieser Forderung im Jahr 2002 mit der Etablierung der EU-Richtlinie 2002/45/EG nach. Die Richtlinie 2002/45/EG befasst sich konkret mit „der Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (kurzkettige Chlorparaffine)“¹⁰⁸ und kann als Inkludierung der PARCOM-Mitteilung 95/1 in EU-Recht verstanden werden. Ferner ist sie als Ergänzung der o.g. 76/769/EG anzusehen. In genannter Richtlinie werden jedoch lediglich die Verwendung sowie das Inverkehrbringen von Produkten mit mehr als 1 Masseprozent SCCP in der Metallverarbeitung und Lederindustrie verboten. Alle anderen Verwendungszwecke, darunter auch die den Bau betreffenden, sollten vor 2003 nochmals geprüft werden. Die Prüfung der anderen Einsatzgebiete erfolgte in diesem Rahmen jedoch nicht.

Mit Inkrafttreten der EU-Verordnung 850/2004 im Jahr 2004 wurde der Umgang mit Schadstoffen erstmals EU-Weit reguliert. Diese Verordnung wird auch als POP-Verordnung (persistent organic pollutants, dt: persistente organische Schadstoffe) bezeichnet. Die POP-Verordnung kann als Umsetzung des sog. *Stockholmer Übereinkommen von 2001* bezeichnet werden. Das Stockholmer Übereinkommen wurde im Jahr 2001 von nahezu allen EU-Mitgliedern unterzeichnet und widmete sich den Umgang mit POPs. Im Anhang 4 der o.g. Verordnung waren die Stoffe aufgeführt, welche verboten werden sollten. SCCP waren hier jedoch nicht als POP aufgenommen. Die POP-Verordnung wurde im Laufe der folgenden Jahre immer wieder überarbeitet, da neue Schadstoffe aufgetreten sind. Die erste Änderung aus dem Jahr 2012 trägt den Namen 519/2012. In dieser Änderung wurden insgesamt 4 neue Stoffe aufgenommen, darunter SCCP.¹⁰⁹ Die Änderung der POP-Verordnung Nr. 519/2012 legte folgende Bedingungen für den Umgang mit SCCP fest:

- Produkte, die SCCP in Konzentrationen von unter 1 Gewichtsprozent enthalten, dürfen hergestellt, in Verkehr gebracht und verwendet werden,
- SCCP sind weiterhin als Flammenschutzmittel in Förderbändern und Dichtungsmassen zugelassen, sofern die Staaten bis spätestens 2015 die EU über ihre Fortschritte bei der Beseitigung von SCCP informieren,
- falls Produkte, die SCCP enthalten, bereits vor dem 10.07.2012 produziert wurden, dürfen diese bis spätestens 10.01.2013 verwendet werden.

Auch hiermit erfolgte also kein allgemeingültiges Verwendungsverbot von SCCP.¹¹⁰

¹⁰⁷ OSPAR Secretariat (1995) a.a.O

Verfügbar unter: <https://www.ospar.org/convention/agreements?q=95/1>

¹⁰⁸ EG 2002/45

¹⁰⁹ Verordnung (EU) 519/2012 der Kommission vom 19.07.2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich des Anhangs 1. Stand 19.07.2012

¹¹⁰ Ebd.

Mit der Novellierung der POP-Richtlinie vom 15.07.2019 (EU 2019/1021) wurde der Umgang mit SCCP in der EU letztmalig reguliert. Diese, auch gegenwärtig geltende Verordnung, beschränkt den Gebrauch von SCCP auf Stoffe und Gemische, welche weniger als 1 Gewichtsprozent SCCP enthalten oder Erzeugnisse, welche weniger als 0,15 Gewichtsprozent enthalten.

Weiter ist die Verwendung von Förderbändern in Bergbau oder Dichtmassen, welche SCCP enthalten und vor dem 04.12.2015 in Betrieb genommen wurden, zulässig.¹¹¹

Zusätzlich zur Beschränkung der Nutzung von SCCP regelt die 2019/1021 auch die Entsorgung. Erstmals wird in dieser Richtlinie von einem Konzentrationsgrenzwert für SCCP-haltigen Abfall gesprochen. Bei Überschreitung des Konzentrationsgrenzwertes muss der anfallende Abfall gesondert entsorgt werden. Für SCCP liegt dieser Wert bei 1.000 mg/kg.¹¹²

Für MCCP gelten alle oben genannten Regelungen nicht. Die ausschlaggebenden Kriterien für eine Einstufung als POP für MCCP sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht rechtskräftig. Am 03.06.2021 publizierte das *Persistent Organic Pollutants Review Committee*, welches die Eigenschaften von Schadstoffen beurteilt, jedoch auf Anfrage des Vereinigten Königreichs (UK) einen Vorschlag, MCCP auf die Kandidatenliste des Stockholmer Übereinkommens zu setzen. Durch die Einstufung als POP durch das Komitee könnten die Verwendung sowie das Inverkehrbringen von MCCP langfristig durch EU-Recht reguliert werden.¹¹³

Da die, der rechtlichen Bewertung zugrundeliegenden, gesundheitlichen Bedenken von LCCP rechtlich nicht existent sind, sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Regularien im Umgang mit LCCP vorhanden.

3.1.3.2 Reglementierung von CP in Deutschland

Bevor die Regelungen im Umgang mit CP detailliert werden können, ist festzustellen, ob diese in Deutschland als Gefahrstoff betrachtet werden können.

Wie in Kapitel 2.1 erläutert, ist der Begriff Gefahrstoff in Deutschland relativ klar definiert. Sollte ein Stoff, einem oder mehr Kriterien der Gefahrenklassen der Gefahrstoffverordnung (§3 Gefahrstoffverordnung) entsprechen, ist er als Gefahrstoff zu deklarieren. Diese Gefahrenklassen finden sich in der EG 1272/2008 (CLP-Verordnung) wieder. Ferner sind auch Gemische oder Erzeugnisse dieser Stoffe als Gefahrstoff zu bezeichnen. Der vierte Punkt des ersten Absatzes von §2 der Gefahrstoffverordnung wirft noch eine weitere Möglichkeit zur Einstufung eines Stoffes auf. Hier heißt es wörtlich: „Stoffe und Gemische, die [...] auf Grund ihrer physikalisch-chemischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz vorhanden sind oder verwendet werden, die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können,“.¹¹⁴

¹¹¹ EU 2019/1021

¹¹² Ebd.

¹¹³ United Nations (2021): Proposal to list chlorinated paraffins with carbon chain lengths in the range C14-17 and chlorination levels at or exceeding 45 per cent chlorine by weight in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Genf: United Nations, Seite 1

¹¹⁴ GefStoffV §2 Abs. 1 Punkt 4

Somit sind noch jene Stoffe als Gefahrstoff zu bezeichnen, welche einen sogenannten Arbeitsplatzgrenzwert aufweisen.

Der Arbeitsplatzgrenzwert wird in der TRGS 900 mit dem Titel „Arbeitsplatzgrenzwerte“ definiert und bezeichnet grob vereinfacht einen „[...] Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz [...]“. ¹¹⁵

Mittels dieses Wertes kann ausgesagt werden, ab welcher Konzentration eines bestimmten Stoffes eine schädliche Wirkung (akut und/ oder chronisch) unwahrscheinlich ist. ¹¹⁶

Im Folgenden werden die oben genannten Kriterien gezielt auf Chlorparaffine betrachtet und analysiert. Zugrundeliegend ist hierfür die Einstufung von CP in der EU 1272/2008. Da diese nur SCCP aufführt, werden die Betrachtungen von MCCP und LCCP aufgrund von anderen Quellen miteinbezogen.

Die erste Gefahrenklasse stellt die physikalischen Gefährdungen dar. In der Regel wird von Physikalische Gefährdungen bei einem Stoff gesprochen, sofern dieser entzündbar oder explosiv ist. Weiter wird hierbei betrachtet, ob die potenziell austretenden Gase des Stoffes eine oxidierende, entzündbare oder explosive Wirkung aufweisen. ¹¹⁷

Aufgrund der zuvor erlangten Erkenntnisse über die chemischen und physikalischen Eigenschaften von CP und ihren Verwendungen kann diese Kategorie ausgespart werden.

Gesundheitliche Gefährdungen stellen die zweite Gefahrenklasse der Gefahrstoffverordnung dar. Die in Kapitel 3.1.2 erarbeiteten gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch CP liegen auch der Einstufung der EG 1272/2008 zugrunde. Aus diesem Grund sind SCCP lediglich als „im Verdacht stehend krebserregend zu sein (Kat. 2)“ eingestuft. Die anderen potenziellen Gefährdungen (z.B. Akute Toxizität, Reproduktionstoxizität) finden hier keine Anwendung. Durch die Einstufung von SCCP in Kategorie 2 (Verdacht auf krebserzeugende Wirkung beim Menschen) ergeben sich Schwierigkeiten bei der Einordnung ebendieser. Die Gefahrstoffverordnung differenziert innerhalb der Gefahrenklassen nicht danach, ob ein Stoff krebserzeugend oder verdächtig auf krebserzeugende Wirkung ist. Aus diesem Grund ist die Einordnung von SCCP in die Gefahrenklassen uneindeutig. Um diese Unklarheit auszuräumen, wird die TRGS 905 hinzugezogen. Diese technische Regel kann als Zusammenfassung der krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffe der CLP-Verordnung verstanden werden. ¹¹⁸ Einleitend wird definiert, dass alle Stoffe, die o.g. Eigenschaften aufweisen, der Kategorien 1A, 1B und 2 hier verzeichnet sind. Somit ist belegt, dass auch der Verdacht auf eine krebserzeugende Wirkung als gefährlich zu bewerten ist. Nichtsdestotrotz ist diese Einstufung mit Auslegungen verbunden. Die gesundheitliche Wirkung von SCCP ist nicht ausreichend nachgewiesen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um diese Einstufung klarer vornehmen zu können.

¹¹⁵ Technische Regel für Gefahrstoffe (900): Arbeitsplatzgrenzwerte, Stand 01.2006

¹¹⁶ Ebd.

¹¹⁷ GefStoffV §3

¹¹⁸ TRGS 905

Die Gefahrenklasse 3 beinhaltet die Umweltgefahren, konkreter die gewässergefährdende Wirkung eines Stoffes. Nach EG 1272/2008 sind SCCP als akut aquatisch toxisch sowie chronisch aquatisch toxisch zu bezeichnen. Die umwelttechnische Betrachtung eines Stoffes erfolgt hauptsächlich über sein Bioakkumulationsverhalten, seine Bioverfügbarkeit sowie sein Zersetzungspotentials. Grundsätzlich korreliert diese Einstufung stark mit dem Bioakkumulationsverhalten. Wie oben beschrieben, rührt dies maßgeblich vom Chlorierungsgrad her. Aus diesem Grund sollten MCCP sowie LCCP eine ähnliche Einstufung erhalten. Gegenwärtig ist dies jedoch noch nicht geschehen. In vorangegangenen Abschnitt wurde jedoch aufgezeigt, dass es EU-Weite Bestrebungen gibt, MCCP als ähnlich umweltschädlich einzustufen.

Die letzte Gefahrenklasse der Gefahrstoffverordnung sind die weiteren Gefahren. Hier im speziellen die potentielle Schädigung der Ozonschicht. Da CP nachweislich kein großes Ausgasungsverhalten aufzeigen, sind sie dieser Klasse nicht zuzuordnen.

Derzeit liegen gemäß TRGS 900 für SCCP und LCCP keine Arbeitsplatzgrenzwerte vor. Mittelkettige Chlorparaffine weisen jedoch seit November 2011 einen Arbeitsplatzgrenzwert auf. Die genaue Beschreibung lautet wie folgt:

Stoffidentität			Arbeitsplatzgrenzwert		Spitzenbegrenzung		Änderung
Bezeichnung	EG-Nr./ Listen-Nr.	CAS-Nr.	ml / m ³ (ppm)	mg/m ³	Überschreitungs- faktor	Bemerkung	Monat/ Jahr
Chloralkane, C14-17 (Chlorierte Paraffine C14-17)	287-477-0	85535-85-9	0,3 E	6 E	8 (II)	H, Y, 11, AGS	11/11

Tabelle 5: Arbeitsplatzgrenzwert MCCP ¹¹⁹

Legende:

- EG-Nr./Listen-Nr.: Registriernummer des "European Inventory of Existing Chemical Substances" (EINECS), Zuordnung von Nummern aus der Vor-Registrierung oder Registrierung nach der EU-REACH-Verordnung
- CAS-Nr.: Registriernummer des "Chemical Abstract Service"
- Arbeitsplatzgrenzwertzusatz „E“: einatembare Fraktion (einatembarer Staub)
- Überschreitungs faktor 8: maximal 8-fache Überschreitung des Wertes für maximal 4 mal 15 Minuten je Schicht zulässig
- Bemerkungen: H (hautresorptiv), Y (ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes) nicht befürchtet zu werden), AGS (Ausschuss für Gefahrstoffe)¹²⁰

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die Betrachtung von CP im deutschen Gefahrstoffrecht sehr unübersichtlich ist. Die gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch CP sind nicht ausreichend anerkannt, um dies in der Gefahrstoffverordnung zu berücksichtigen. Über die Berücksichtigung der Technischen Regeln für Gefahrstoffe zeichnet sich ab, dass SCCP aufgrund ihres Verdachtes einer kanzerogenen Wirkung als Gefahrstoff einzuordnen sind. Interpretiert man die o.g. Definition eines Gefahrstoffes weiter über seine umweltschädigende Wirkung, sind CP, zumindest SCCP, als Gefahrstoff zu bezeichnen.

¹¹⁹ Eigene Darstellung nach TRGS 900

¹²⁰ TRGS 900

MCCP finden in der EG 1272/2008 noch keine Berücksichtigung. Somit sind sie für die Kriterien der Gefahrstoffverordnung grundsätzlich nicht als Gefahrstoff zu betrachten. Durch das Vorhandensein eines Arbeitsplatzgrenzwertes sind sie jedoch als Gefahrstoff zu listen. LCCP erfüllen keine der genannten Kriterien und gelten somit zunächst als unbedenklich.

Aus der o.g. Argumentationskette ergeben sich Handlungserfordernisse bei der Berücksichtigung von CP in Gebäuden, bzw. als Gebäudegefahrstoff.

Beginnend werden diese Handlungserfordernisse in den Landesbauordnungen der Länder beschrieben. So schreibt beispielsweise die Hamburgische Bauordnung unter §3 vor, dass bauliche Anlagen so zu errichten seien, dass von ihnen keine Gefährdung für die „[...] öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen [...]“ ausgehen kann.¹²¹ Konkretisiert wird diese Aussage weiter durch die hierarchisch höherwertige Musterbauordnung. Diese versteht sich als Gesetz zur Regulierung aller baulichen Anlagen und Bauprodukte.¹²² Paragraph 13 der MBO „Schutz gegen schädliche Einflüsse“ legt eindeutig fest, dass bauliche Anlagen so beschaffen sein müssen, dass „[...] durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen [...] „ können.¹²³ Hiermit wird vom Gesetzgeber angeordnet, dass der Eigentümer (i.d.R. Bauherr) verpflichtet ist, sicherzustellen das von seiner baulichen Maßnahme sowie den Maßnahmen zur Erstellung dieser Anlage keinerlei Gefährdungen ausgehen. Die Frage der Verantwortlichkeit wird ferner in der Baustellenverordnung betrachtet. Hier wird der Bauherr als direkt Verantwortlicher genannt. Jedoch wird auch beschrieben, dass er diese Verantwortung an einen dritten, i.d.R. Architekt/ Bauingenieur – in Bezug auf Gefahrstoffe auch Sachverständige-, delegieren darf.¹²⁴ Folgend werden in der BaustellV dem Auftraggeber (Bauherr, sofern kein dritter beauftragt wurde) auch Pflichten zugeteilt. Unter §5 BaustellV „Pflichten des Arbeitgebers“ wird unmissverständlich festgelegt, dass die zum Arbeitsschutz nötigen Maßnahmen, insbesondere in Bezug auf Gefahrstoffe, in jedem Fall zu treffen sind.¹²⁵

Die Maßnahmen zum Arbeitsschutz werden im Arbeitsschutzgesetz getroffen. Von Bedeutung für die Arbeit mit Gefahrstoffen ist hier besonders §5 ArbSchG zu benennen. Paragraph 5 „Beurteilung der Arbeitsbedingungen“ schreibt vor, dass jede projektierte Arbeit vor Beginn, grundlegend auf die potenziell dabei entstehenden Gefahren hin, untersucht werden muss. Somit implementiert das ArbSchG hier die sogenannte Gefährdungsbeurteilung.¹²⁶ Ferner ist die Gefährdungsbeurteilung speziell auf die vorzunehmende Arbeit abzustimmen.¹²⁷ Ein Bestandteil dieser Gefährdungsbeurteilung muss auch die Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials/ Bauteils oder Baustoffes darstellen.

¹²¹ HBauO §3

¹²² Musterbauordnung (MBO), Stand 21.09.2012, §1

¹²³ Ebd. §13

¹²⁴ vgl. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (Baustellenverordnung – BauStellV), Stand 27.06.2017, §4

¹²⁵ vgl. Ebd. §5

¹²⁶ vgl. ArbSchG §5

¹²⁷ vgl. Ebd.

In Bezug auf ein potenziell gefahrstoffhaltiges Bauteil ergibt sich somit die Verpflichtung, von Beginn der Arbeiten den Gefahrstoffverdacht zu bestätigen bzw. auszuräumen. Im Nachgang ist die Gefährdungsbeurteilung beim Umgang mit Gefahrstoffen mit den in §6 GefStoffV genannten Kriterien zu ergänzen.¹²⁸

Konkludiert ergibt sich hieraus die Pflicht, Bauteile/ Baustoffe und/ oder Materialien auf das Vorhandensein von Gefahrstoffen zu untersuchen und die Gefährdung, die hiervon ausgehen könnte, zu beschreiben.

Zur Festlegung der Maßnahmen zum Arbeitsschutz ist allgemein §8 der GefStoffV heranzuziehen. In diesem Paragraphen werden die allgemeinen technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen beschrieben, welche beim Umgang mit Gefahrstoffen anzuwenden sind.¹²⁹ Die zu treffenden Schutzmaßnahmen bei anderen gängigen Gebäudegefahrstoffen werden i.d.R. durch §9 GefStoffV oder durch weitere technische Regeln (vgl. z.B. für Asbestprodukte TRGS 519) konkretisiert.

Eine detailliertere Ausführung über zu treffende Schutzmaßnahmen beim Umgang mit CP kann jedoch nicht getroffen werden. Zum einen existieren gegenwärtig keine technischen Regeln für den Umgang mit CP und zum anderen findet §9 GefStoffV nur Anwendung, sofern die gesundheitliche Wirkung eines Stoffes der Kategorie 1 (1A oder 1B) der CLP-Verordnung entspricht.¹³⁰

Die Entsorgung von CP-haltigen Bauteilen/ Baustoffen und/ oder Materialien ist rechtlich nach Kettenlänge zu trennen. SCCP sind als POP in der gleichnamigen Verordnung aufgeführt. Hieraus ergibt sich ein Grenzwert für die Beurteilung von SCCP-haltigen Abfällen. Artikel 7 der POP-Verordnung bildet hierfür die Grundlage. Wörtlich heißt es hier: „Abfälle, die in Anhang IV aufgelistete Stoffe enthalten oder durch sie verunreinigt sind, können in anderer Weise nach einschlägigen Rechtsvorschriften der Union beseitigt oder verwertet werden, sofern der Gehalt an aufgelisteten Stoffen in den Abfällen unter den in Anhang IV festgelegten Konzentrationsgrenzwerten liegt“.¹³¹ Der angegebene Grenzwert von SCCP beträgt hier 1.000 mg/kg und entspricht somit 1 Gewichtsprozent.¹³² Sollte dieser Grenzwert überschritten werden, ist von einem gefährlichen Abfall auszugehen. Die deutschen Regeln zur Kennzeichnung und Einstufung von Abfällen (s.o. AVV) treffen keine Aussagen zu SCCP. Aus diesem Grund werden SCCP-haltige Abfälle unter den Folgenden AVV-Schlüsseln entsorgt:¹³³

- 17 02 03 Kunststoff (bei Unterschreitung der Grenzwerte)
- 17 02 04* Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (bei Überschreitung des Grenzwertes)

Da auch der AVV die Richtlinie EG 1272/2008 zugrunde liegt, und hier MCCP und LCCP nicht als gefährlich aufgeführt wurden, gelten Abfälle, welche MCCP und/oder LCCP enthalten als

¹²⁸ GefStoffV §6

¹²⁹ vgl. GefStoffV §8

¹³⁰ GefStoffV §8 Abs.8

¹³¹ EU 2019/1021 Art. 7 Abs.4 Satz a

¹³² Ebd. Anhang IV

¹³³ vgl. AVV Anlage zu §2 Abs.1

nicht gefährlicher Abfall und unterliegen keinen gesonderten Bestimmungen zur Entsorgung.¹³⁴

3.1.4 labortechnische Analyse von CP

Grundsätzlich ist die labortechnische Analyse sehr ähnlich zur Analyse von PCB. Das Standardverfahren zur Bestimmung von CP ist ebenfalls die GC-MS Methode. Als Anhaltspunkt hierfür dient die Norm:

DIN EN ISO 18635:2016-10 (Wasserbeschaffenheit- Bestimmung kurzkettiger polychlorierter Alkane (SCCP) in Sediment, Klärschlamm und Schwebstoff- Gaschromatographisch-massenspektrometrisches Verfahren (GC-MS) unter Anwendung negativer chemischer Ionisation und Elektroneneinfang (ECNI) (ISO 18635:2016))¹³⁵

Diese Normung bezieht sich jedoch nur auf die Bestimmung von SCCP in speziellen Medien (siehe Titel). Demnach bedarf es einer Anpassung zur Bestimmung von CP (in ihrer Gesamtheit) in Feststoffen, wie sie üblicherweise als Gebäudegefahrstoff auftreten. Das Grundsätzliche Verfahren ist jedoch anwendbar. Da dieses Verfahren in seinen Grundzügen bereits in Kapitel 2.2 erläutert wurde, befassen wir uns im Folgenden mit den aktuellen Problematiken bei der labortechnischen Analyse von CP.

Aufgrund der starken Variationsmöglichkeiten eines CP-Moleküls gibt es eine nahezu unüberschaubare Anzahl von verschiedenen Verbindungen. Als Beispiel hierfür soll ein SCCP mit einem Chlorierungsgrad von 60 % dienen. Theoretisch sind allein mit diesem Stoff 4200 verschiedene Kongonere möglich. Dies ist vorallem auf Unterschiede im strukturellen Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomere) zurückzuführen.¹³⁶ Da mittels GC-MS Spektren der Stoffe ausgegeben werden, welche verschiedene Parameter des untersuchten Stoffes anzeigen, werden diese in der Regel mit sogenannten Referenzspektren abgeglichen. Bei einer Überschneidung kann so sicher nachgewiesen werden, dass es sich um den vermuteten Stoff handelt. Aufgrund der oben beispielhaft gezeigten Menge der möglichen Kongonere der CP-Verbindungen ist dies der maßgebende Grund für die schwer-durchführbare labortechnische Analyse von CP.

¹³⁴ Ebd. §3 Abs.2

¹³⁵ DIN EN ISO 18635:2016-10, Wasserbeschaffenheit- Bestimmung kurzkettiger polychlorierter Alkane (SCCP) in Sediment, Klärschlamm und Schwebstoff- Gaschromatographisch-massenspektrometrisches Verfahren (GC-MS) und Anwendung negativer chemischer Ionisation und Elektroneneinfang (ECNI) (ISO 18635:2016), Stand 10.2016

¹³⁶ Tomy G.T. (2009) Analysis of Chlorinated Paraffins in Environmental Matrices: The Ultimate Challenge for the Analytical Chemist. In: Chlorinated Paraffins. The Handbook of Environmental Chemistry, Ausgabe 10, Seite 83-106

4 Experteninterviews

Um die gesetzte Zielsetzung zu erreichen, ist eine Beschränkung der Informationsgewinnung allein auf Literaturrecherchen nicht ausreichend. Aus diesem Grund wurden in den folgenden Abschnitten über Experteninterviews Informationen aus der täglichen Praxis eingeholt.

Im Zuge der vorangegangenen Literaturrecherche stellten sich zwei Problematiken dar.

Als erstes ist die grundsätzliche Untersuchung in der Praxis zu nennen. Aufgrund der unkonkreten Rechtslage in Deutschland (s.o.) findet das Gefahrstoffrecht nur bedingt Anwendung. Im praktischen Alltag wird i.d.R. der Anwendung einer speziell auf einen Stoff bezogenen Richtlinie (vgl. VDI 6202 Blatt 3) Folge geleistet. Im Grundsatz ist dies auch korrekt, da die Ausarbeitung dieser Richtlinien unter dem Mantel des Gefahrstoffrechts erfolgen. Problematisch wird es nur, wenn ein Stoff erst kürzlich als Gefahrstoff eingestuft wurde. Das deutsche Gefahrstoffrecht, respektive die Gremien zur Erarbeitung von Regelwerken (vgl. VDI, AGW u.w.) zur Ergänzung ebendessen, ist schlicht und einfach zu komplex, um flexibel darauf reagieren zu können oder Antworten in Gestalt von Richtlinien o.ä. herausbringen zu können. Aufgrund dieser nicht vorhandenen Richtlinien und Regelwerke ist die Betrachtung von CP als Gebäudegefahrstoff bis heute nicht in der deutschen Praxis etabliert. Im Laufe meiner Recherche habe ich diverse Büros im Hamburger Raum, welche sich mit Gebäudegefahrstoffen befassten, zu diesem Thema befragen wollen. In ausnahmslos jedem Telefonat stellte sich heraus, dass CP in Gebäudeuntersuchungen bislang keine Berücksichtigung finden. Es ist daher zu vermuten, dass dies auch national anzunehmen ist.

Wie das Thema der CP-Untersuchung von Gebäuden in der Praxis umzusetzen ist, ist demnach nicht in Deutschland abschließend zu erfragen. Ein Land, welches den Umgang mit CP in Gebäuden schon etabliert hat, ist die Schweiz. Aus diesem Grund habe ich Herr Clemens Jehle aus der Schweiz angefragt, diese Problemstellung mit mir zu diskutieren. Herr Jehle ist Inhaber und Geschäftsführer der Firma Jehle Umweltdienste GmbH und daher auch praktisch im Umgang mit Gefahrstoffen versiert. Ferner ist er Mitgründer und Vorstandsmitglied des FAGES. Der FAGES (Schweizerischer Fachverband für Gebäudegefahrstoffe) bietet, ähnlich deutschen Verbänden, Schulungen an und publiziert technische Regeln zum Umgang mit Gefahrstoffen. Die Kombination aus der praktischen Arbeit und Anwendung von Richtlinien und der theoretischen Erarbeitung ebendieser machen Herr Jehle zu einer zu einer wichtigen Informationsquelle für das Thema dieser Arbeit.

Die zweite Problematik resultiert aus der komplexen Analytik von CP. Die in Kapitel 3.1.4 erwähnte Normung bildet das Fundament für die labortechnischen Untersuchungen von CP. In Bezug auf Gebäude jedoch bedarf sie noch Weiterentwicklung. Die oben genannte Problematik führt weiter dazu, dass davon ausgegangen werden kann, dass in der Praxis nur eine geringe Anzahl an CP-Analytik ausgeführt worden ist. Aus dieser mangelnden Anfrage an CP-Analytik ergibt sich, dass nur vereinzelte Labore eine Akkreditierung (offizielle Bescheinigung der Kompetenz) in diesem Bereich aufweisen.

Dieser Umstand treibt u.a. auch den Preis der Analysen hoch. Als Beispiel hierfür kostet eine handelsübliche Analyse auf PCB ca. 30 Euro. Eine labortechnische Analyse auf SCCP ist mit ca. 125 Euro bepreist.¹³⁷ Da hierdurch eine Hemmnis zur Beprobung und Analyse von CP-haltigen Bauteilen entstehen kann, möchte ich den Bereich der Laboranalytik genauer betrachten. Zu diesem Zwecke wurde der Laborleiter des Labors für Umwelt- und Produktanalytik der Dekra Automobil GmbH, Herr Krauß, befragt. In einem vorangeschalteten Telefonat konnte ich bereits erfahren, dass das Dekra Labor in Halle Analysen auf CP durchführt. Auf eine Anfrage via Mail sicherte mir Herr Krauß seine Teilnahme an einem Interview zu.

Methodisch werden die Interviews als sogenannte Experteninterviews durchgeführt. Diese Art von Interviews ist besonders geeignet für Themenbereiche, auf denen die Forschung noch nicht allzu ausgeprägt ist. Der Typus der Interviews wird weitgehend unstrukturiert angesetzt. Dies bedeutet, dass die Beantwortung der Fragestellung offenbleibt. Der Hintergrund ist, dass die zu erwartenden Antworten mitunter subjektiv sind. Ferner geht es in den Interviews darum, Erfahrungen abzufragen, welche dann später mit den recherchierten Informationen zusammenfließen können.

Technisch wurden die Interviews via Videotelefonie durchgeführt. Hierdurch lasse ich mir die Möglichkeit von eventuellen Rückfragen offen. Weiter können so Unklarheiten oder Missverständnisse ausgeräumt werden, ohne die Befragung erneut durchführen zu müssen.

4.2 Entwicklung der Fragestellung an Sachverständigen

Die Fragen, die Herr Jehle gestellt wurden, zielen in darauf ab, Lösungsvorschläge für die in Deutschland gegebenen Problematiken im Umgang mit CP zu erarbeiten. Ich erwarte keinen reinen Fakteninput, viel eher eine erfahrene Einschätzung hinterlegt mit Fakten, welche zur Erarbeitung von Lösungen und Klärung von offenen Fragen beitragen kann.

Zu Beginn des Interviews möchte ich ganz allgemein erfragen, wann die Betrachtung von CP als vermeintlicher Gebäudegefahrstoff begonnen hat. Weiter möchte ich hier erfahren, aus welchem Grund speziell CP in der Schweiz in die Betrachtung geraten sind. Hierdurch möchte ich versuchen, festzustellen, seit wann an diesem Thema gearbeitet wird, um somit die Erfahrung der schweizerischen Kollegen abzuschätzen und zu bewerten. Zusammengefasst ergibt sich so die erste Frage.

Frage 1: Wann hat es in der Schweiz mit der Betrachtung von CP angefangen? Aus welchem Grund wurden CP zu diesem Zeitpunkt in den Fokus gerückt?

Die darauffolgende Frage bezieht sich indirekt auf die vorherige. Ich möchte erfahren, wie die Sachverständigen für Gebäudegefahrstoffe (in der Schweiz „Gebäudediagnostiker“) auf dieses Thema aufmerksam geworden sind. Insbesondere interessiert mich hierbei auch, ob es zunächst Regelwerke gab oder aber die Betrachtung aufgrund von Studien begonnen hat.

¹³⁷ Eigene Telefonische Anfragen bei Labordienstleistern

Frage 2: Wie sind Sie, oder Ihre Kollegen aus der Gebäuediagnostikerbranche, darauf aufmerksam geworden?

Die nächste Frage, die ich Herr Jehle stellen möchte, zielt direkt auf einen Vergleich ab. Indem ich erfrage, welchen Stellenwert Gebäudegefahrstoffe in der Schweiz haben, kann ich die gewonnenen Erkenntnisse in den Rahmen des deutschen Gefahrstoffrechts einordnen. Weiter ergibt sich hier die Möglichkeit, die noch folgenden Aussagen seitens Herr Jehle besser bewerten zu können.

Frage 3: Welchen Stellenwert haben Gebäudegefahrstoffe in der Schweiz allgemein? Ist es rechtlich verpflichtend, eine Untersuchung der Gebäudesubstanz vorzunehmen? Wenn ja, in welchen Fällen?

Frage 4 befasst sich anschließend wieder mit CP. Für die allgemeine Beurteilung von CP als Gebäudegefahrstoff ist es elementar zu erfahren, welchen Stellenwert diese in der gefahrstofftechnischen Betrachtung von Gebäuden haben. Durch diese Abwägung lässt sich später ein Vergleich zu anderen Gebäudegefahrstoffen herstellen.

Frage 4: Wie ist die Gewichtung von durchgeführten Untersuchungen auf CP im Vergleich zu anderen Gebäudegefahrstoffen? Zum einen allgemein und zum anderen bezogen auf chemische Gebäudegefahrstoffe (spez. PCB)?

Anschließend an die Frage bezogen auf CP im Allgemeinen möchte ich erfahren, ob eine Differenzierung in der Betrachtung durchgeführt wird.

Frage 5: Wird in Ihren Untersuchungen unterschieden in SCCP, MCCP und LCCP?

Mittels Frage 6 möchte ich eine Einschätzung seitens Herr Jehle erhalten. Der festgelegte Grenzwert für den Gebrauch und die Nutzung von CP stellt gleichzeitig auch ein mildes Verwendungsverbot dar. Für die weitere Einordnung ist es für mich von großer Bedeutung, diesen Grenzwert einordnen zu können.

Frage 6: Wie bewerten Sie den Grenzwert der EU von 0,15 Gewichtsprozent im Material und 1,0 Gewichtsprozent im Abfall zur Einstufung von SCCP? (Stoffe und Gemische mit weniger als 0,15 Gewichtsprozent dürfen weiter in Verkehr gebracht werden, Stoffe und Gemische mit weniger als 1,0 Gewichtsprozent müssen nicht als gefährlicher Abfall deklariert werden)

Frage 7 kann als Anschlussfrage angesehen werden, um die Antwort aus Frage 6 vollumfänglich zu beantworten.

Frage 7: Sollte es Ihrer Meinung nach auch Grenzwerte für MCCP und LCCP geben?

Über die folgende Fragestellung erhoffe ich mir weitere Erkenntnisse zur allgemeinen gesundheitlichen Einstufung von CP. Weiter kann ich meine gewonnenen Einschätzungen zu diesem Thema durch die Antwort differenzierter betrachten.

Frage 8: Wie bewerten Sie die gesundheitliche Wirkung von CP? Gehen Ihnen die Einstufungen der CLP-Verordnung (Richtlinie EG 1272/2008) zu weit, oder nicht weit genug?

Mit der nächsten Frage erhoffe ich mir eine Einschätzung seitens Herr Jehle zur rechtlichen Betrachtung von CP. Im Laufe meiner Recherche wurde mir oftmals klar, dass die Regularien im Umgang mit CP in der Schweiz vermeintlich deutlich klarer gefasst sind. Ich möchte erfahren, woran das liegt.

Frage 9: Wie schätzen Sie die Regularien in Deutschland bezogen auf das Thema CP ein? Gibt es Ihrer Meinung nach Schwachstellen? Sind diese in der Schweiz nicht vorhanden/ bzw. abgebaut? Welche großen Unterschiede gibt es in der Regulierung im Umgang mit Gefahrstoffen zwischen der Schweiz und Deutschland?

Aufbauend auf Frage 9 möchte ich erfragen, ob es, nach der Meinung von Herr Jehle, Möglichkeiten gibt, den Umgang mit CP in Deutschland zu optimieren. Mittels dieser Information ist festzustellen, wo Problematiken dabei entstehen könnten und wie diese abgebaut werden könnten.

Frage 9: Wie meinen Sie, könnte man den Umgang mit CP in Deutschland optimieren? Was müsste Ihrer Meinung nach angepasst werden?

Zum Abschluss des Interviews möchte ich einen Ausblick erfragen. Durch die Erfahrung im Bereich Gebäudegefahrstoffe hat Herr Jehle mit Sicherheit schon die ein oder andere Debatte um diverse Gefahrstoffe mitbekommen. Aus dieser Expertise heraus hoffe ich, einen sehr erfahrenen Blick auf die Zukunft im Umgang mit CP zu erhalten.

Frage 10: Wie wird es Ihrer Meinung nach weitergehen im Umgang mit CP? Gehen Sie davon aus, dass die Regulierungen sich in Deutschland in naher Zukunft ändern werden? Eventuell nach Schweizer Vorbild? Können Sie diesbezüglich einen Ausblick gewähren?

Im Allgemeinen erwarte ich mir durch die beschriebenen Fragen einen praxisorientierten Blick auf das gesamte Thema. Mit den zu erwartenden Erkenntnissen lassen sich die gewonnen Erkenntnisse aus der Literaturrecherche besser einordnen und bewerten.

4.2.1 Zusammenfassung des Interviews mit Herrn Jehle

In diesem Abschnitt werde ich die Aussagen von Herrn Jehle objektiv und ohne Berücksichtigung meiner bisherigen Erkenntnisse wiedergeben. Als Grundlage hierfür dient die angefertigte Transkription des am 02.12.2021 durchgeführten Interviews. Dieses befindet sich in der Anlage II zu der Arbeit.

Zu Beginn der Unterhaltung hat Herr Jehle sich auf mein Bitten hin ausführlich vorgestellt. Er berichtete, dass er als Diplomierter Chemiker bereits seit über dreißig Jahren in dem Bereich Gebäudegefahrstoffe tätig sei. Anfangs war er im industriellen Bereich tätig. Darauf folgend dann vier Jahre an staatlicher Stelle in der Marktüberwachung und im Vollzug. Anschließend schilderte Herr Jehle kurz die Tätigkeiten, die er dort ausgeübt hatte. Im Anschluss an diese Tätigkeit habe er wieder in Privatwirtschaft Fuß gefasst. Zunächst als Angestellter und dann später durch den Teilkaufl der Firma in Selbstständigkeit. Mit der Vorstellung beantwortete mir Herr Jehle weiter direkt meine Frage, seit wann er sich genau mit Gebäudegefahrstoffen befasste. Zusammengefasst seit 30 Jahren.

Die Frage, seit wann CP in der Schweiz ein Thema seien, beantwortete Herr Jehle sehr ausführlich.

Er beschrieb, dass es wie vielerorts auch in der Schweiz mit der Betrachtung von PCB anfang. Die Kantone entwickelten damals das sogenannte PCB-Kataster, welches auch gepflegt und weiterentwickelt worden sei. In diesem Zuge wurden dann auch die potentiellen Ersatzbaustoffe in den Fokus gerückt. Hierzu zählen insbesondere CP. Die Betrachtung verschärfte sich auch, weil damals schon ein Verständnis dafür vorhanden war, dass CP ebenfalls bioakkumulierbar und schwer abbaubar seien. Aus diesem Grund habe die Schweiz sehr pragmatisch reagiert und die CP direkt mit in die PCB-Richtlinie mit aufgenommen. Ferner gab es eine staatliche Aufforderung an die Labore, bei der chemischen Analyse eines PCB-Verdachtsmomentes gleich auch die CP analysieren. Dies geschah in etwa Mitte der 2000er Jahre. Da es zu diesem Zeitpunkt noch keine Vollzugsregeln in der Schweiz für CP gab, diente diese Erhebung jedoch zunächst nur dem Monitoring. Zusätzlich ergaben sich so Vorteile, da es bereits bekannt gewesen sei, dass eine Regelung für CP angedacht war und so eine erneute Probenahme und Analyse nicht mehr notwendig gewesen sei. So habe die Schweiz eine relativ gute Datenlage ermitteln können. Aus diesen Untersuchungen ergab sich auch eine weitere, elementare Erkenntnis. Materialproben, die negativ auf PCB analysiert wurden, enthielten oft CP. Zusammengefasst, beschreibt Herr Jehle, dass die Diskussion in den 90er Jahren begann. Dies jedoch nur in einem sehr kleinen Kreis unter interessierten Fachleuten. Um dies zu bekräftigen, erläuterte Herr Jehle, dass es selbst unter den Gebäudediagnostikern nur ein ausgewählter Kreis gewesen sei, der sich mit CP auseinandergesetzt habe. Er führt dies darauf zurück, dass die CP damals nur als ein Abschnitt, ein Nebensatz, in der o.g. PCB-Richtlinie darstellten. Dies änderte sich erst, als die ChemRRV (Chemikalien Risikoreduktionsverordnung) 2004 novelliert wurde. Die Neufassung erschien zur Anpassung an der EU-Recht.

Um dies eindeutiger herauszustellen, erfragte ich konkret, ob hier die EU-Richtlinie 2002/45 gemeint sei.

Herr Jehle bejahte dies. Weiter beschrieb er, dass es nur um SCCP ginge und das auch nicht genau beschrieben werden konnte, wie der Umgang damit gestaltet werden sollte. Zum Teil führt Herr Jehle dies auf die komplexe Analytik zurück, wessen Problematiken er im Anschluss oberflächlich erläutert. Das Problem sei, dass keine einheitlichen Standards zur Verfügung stünden. Zudem sei es überaus schwierig, bei der theoretisch möglichen Menge an Kongeneren die SCCP eindeutig zu bestimmen. Aus diesem Grund gäbe es auch, zwischen verschiedenen Laboren mitunter verschiedene Ergebnisse.

Als nächstes habe ich erfragt, welchen Stellenwert Gebäudegefahrstoffe in der Schweiz einnehmen und ob es rechtliche Verpflichtungen zu beachten gäbe. Inspiriert von der Beantwortung der vorherigen Frage, ergänzte ich diese Frage mit der Bitte darum, ob Herr Jehle schildern könne, wie der allgemeine Wissensstand der Bevölkerung, explizit der nicht- Fachleute, in der Schweiz zu diesem Thema aussähe.

Herr Jehle berichtete mir, dass die Bekanntheit über Gebäudegefahrstoffe in der Bevölkerung, mit der in Deutschland nahezu identisch sei. Andere Gebäudegefahrstoffe als Asbest seien jedoch nur einer kleinen Gruppe von Menschen bekannt.

Meine vierte Frage, in der es um die Gewichtung von CP als Gebäudegefahrstoff im Vergleich zu anderen Gebäudegefahrstoffen ging, beantwortete Herr Jehle ebenfalls recht ausführlich. Um diese Frage zu beantworten, detaillierte Herr Jehle zunächst den Umgang mit CP, bzw. die Umsetzung der Regularien. Er beschrieb, dass zu Beginn nur einige Kantone die Regelungen umgesetzt haben, was er, wie oben beschrieben, auf die Analytik zurückführe. Weiter gab es Unklarheiten über die potentiellen Anwendungen. Es war bekannt, dass der Großteil in Fugendichtungsmassen verbaut worden sei, problematisch waren nur die mannigfaltigen anderen Anwendungsmöglichkeiten. Die Kantone, welche die Regularien umgesetzt haben, taten dies motiviert durch die Arbeitszeiterparnis durch die einmalige Beprobung einer PCB und CP Verdachtsstelle. Zudem sie die ökotoxikologische Wirkung der CP ja bekannt gewesen, sodass eine Freisetzung in die Umwelt prinzipiell verhindert werden sollte. Ein weiterer Vorteil sei gewesen, dass die Sanierung von CP-haltigen Bauteilen einfach durchzuführen sei. Aufgrund des in der Schweiz gelebten Pragmatismus könne man zwei Probleme gleichzeitig lösen. In Bezug auf die Gebäudegefahrstoffgutachter seien jedoch nur die in diesen speziellen Kantonen tätigen an der Umsetzung beteiligt. Herr Jehle berichtet weiter, dass es bis zum letzten Jahr auch ähnlich praktiziert wurde. Erst 2020 erscheint eine Vollzugshilfe die auch CP explizit nannte. Jedoch nur als Additiv in Fugendichtungsmassen. Auch dies habe mit dem Schweizer Pragmatismus zutun. In Bezug auf die nötigen Anstrengungen bei einer Sanierung und der zu erwartenden Abfallmengen seien die anderen Anwendungen durchaus zu vernachlässigen.

Ich berichtete darauf mit meinen bisherigen Recherchen zur Anwendung von CP im Bauwesen, die diese Aussagen im Grundsatz deckten.

Folgend fasste ich zusammen, dass die Betrachtung von CP in der Schweiz, mit der von PCB gleichzusetzen sei. Herr Jehle bestätigte dies.

Im Anschluss erfragte ich, ob es in der Schweiz eine Trennung zwischen SCCP, MCCP und LCCP in der Untersuchung gäbe.

Herr Jehle entgegnete darauf, dass es komplex sei, da der Grenzwert für die Trennung des Stoffes hoch angesetzt sei. In der Schweiz sei es so, dass die Ergebnisse oftmals als Summe Chlor angegeben werden würden.

Meine nächste Frage bildete einen Bezug zur vorherigen. Ich wollte erfahren, ob Herr Jehle es für notwendig erachtet, einen Grenzwert für MCCP und LCCP einzuführen.

Herr Jehle sagte aus, dass seine Kenntnis über die Toxizität diesbezüglich nicht ausreiche und seine Einschätzung daher nicht sonderlich relevant sei. Er habe lediglich die Befürchtung, dass der Umgang mit diesen Stoffen nicht rechtzeitig geregelt werden könne. Ähnlich sei es auch bei nahezu allen anderen Gefahrstoffen gelaufen. Die Hauptproblematik sei, dass nach dem Verbot eines Stoffes schnellstmöglichen Substitut zugelassen werden müsse. Dieser Ersatzstoff durchlaufe dann im Regelfall, aufgrund der gebotenen Eile, nur selten einer vollständigen umwelttechnischen Begutachtung, sodass dessen Unbedenklich nicht vollends bescheinigt werden könne. Dies bilde einen Kreislauf, in welchem SCCP als Ersatzstoff für PCB galten, und jetzt MCCP als Ersatzstoff für SCCP herangezogen werden. Durch die aus meinen Recherchen gewonnen Erkenntnisse unterrichtete ich Herrn Jehle davon, dass es bereits Studien gäbe, welche die Toxizität von MCCP andeuten würden. Dies schließe auf eine potentiell ähnliche Einstufung der MCCP im Vergleich zu SCCP. Herr Jehle bestätigte dies und führte weiter aus, dass beide Stoffe im Grundsatz gleiche chemische und physikalische Eigenschaften aufweisen würden. Zudem seien ihm Studien zu dieser Thematik bekannt, die eine ähnliches Bild zeichnen würden. Im Grundsatz sei Herr Jehle dafür, einen Grenzwert einzuführen. Er bezieht dies weiter auch auf die Unkontrollierbarkeit, der Stoffflüsse, die hierdurch entstünde. Da ein vermeintlich unbedenklicher Stoff nicht bestimmt wird, kann er frei verwendet werden. Falls die Regularien sich dann aufgrund neuer Erkenntnisse ändern würden, wäre die Nachverfolgung nahezu unmöglich. Die nicht vollständige Unbedenklichkeitsbeurteilung eines Stoffes identifiziert er als ursprüngliches Problem hierfür. Zu diesem Punkt brachte ich ein, dass zudem betrachtet werden sollte, dass eine EU-Weite Regelung nicht für die gegenwärtigen Produzenten von bspw. SCCP gelten könne, da China sich nicht an EU-Recht gebunden fühle. Herr Jehle stimmte dem zu und gab zu erkennen, dass diese Problematik vermutlich immer bestehen werde.

Die nächste Frage, die ich Herr Jehle stellte, bezog sich auf den von der EU erhobenen Grenzwert für Produkte die SCCP enthalten. besonders Augenmerk setzte ich hierbei auf die Größenordnung des Grenzwertes.

Herr Jehle teilte mir mit, er halte diesen Grenzwert eindeutig für zu hoch. Er hinterfragte auch, ob dies noch den Stand der Technik darstelle.

Auch in Bezug auf die Produktionsmengen sei dieser zu hoch. In der Schweiz sei dieser Grenzwert jedoch von untergeordneter Rolle. Die Schweiz verwerte nahezu alle PCB- oder CP-haltigen Produkte thermisch. Aus diesem Grund spiele nur der Gesamtgehalt Chlor eine Rolle.

Dies führt Herr Jehle maßgeblich auf die Bildung von Dioxinen zurück. In anderen Ländern sei diese Art der Verwendung noch nicht etabliert. Ich schilderte aus meiner Erfahrung, dass zumindest in Deutschland ein Großteil der Gebäudegefahrstoffe deponiert werden würde und die thermische Verwertung noch keine allzu große Rolle darstelle.

Das Thema der nächsten Frage waren die Einstufungen von SCCP in der CLP-Verordnung. Auch im Vergleich zur Einstufung von PCB.

Die Einstufung von PCB könne Herr Jehle nachvollziehen. Hieraus leitet er auch ab, warum die CP vermeintlich schwächer eingestuft wurden. Er, wie auch einige seiner Kollegen aus der Schweiz, beziehen diesen Umstand hauptsächlich auf die geringere Mobilität von CP. Mobilität im Sinne von Migrationspfaden in die Luft oder in ein anderes Medium.

Frage 10 bezog sich auf die Einschätzung seitens Herr Jehle in Bezug auf die deutschen Regularien von CP. Ich bat darum, die Unterschiede in den Rechtssystemen zu erläutern. Gegenwärtig gäbe es in der Schweiz Ermittlungspflichten für Gefahrstoffen auf zwei verschiedenen Ebenen. Dies sei ihm in Deutschland in dieser Form nicht bekannt. Zusammengefasst ließe sich das schweizerische System wie folgt darstellen: Einerseits gäbe es die Ermittlungspflicht zum Zwecke des Arbeitnehmerschutzes. Hieraus folge, dass alle Stoffe mit denen ein Arbeitnehmer umgeht, auf die von ihm ausgehenden Gefahren hin untersucht werden müssen. Für die Seite des Eigentümers, oder des beauftragten Dritten (Architekt, Ingenieur o.ä.) hingegen stelle das Gesetz zur Vermeidung von Abfällen den Rahmen dar. In diesem sei deutlich beschrieben, dass jeder Abfall eindeutig identifiziert werden müsse. Herr Jehle beschreibt dieses Konstrukt an Vorschriften als Zange, welche von beiden Seiten zugreifen würde. Hierdurch können potentielle Schlupflöcher besser abgedeckt werden.

Anknüpfend an die vorangegangene Frage bat ich um potentielle Optimierungsvorschläge des deutschen Rechts in Bezug auf CP.

Seitens Herr Jehle bestünden in der Schweiz und in Deutschland das gleiche Optimierungspotential. Hierbei bezieht er sich hauptsächlich auf die Umsetzung der vom Gesetzgeber erlassenen Vorschriften. Diese seien in den seltensten anwenderfreundlich. Er beschreibt auch, dass ihm Fälle bekannt seien, in denen dies aufgrund der Undurchsichtigkeit der Gesetzeslage bewusst zu Missachtungen käme, da diese sowieso nicht vollständig umzusetzen sei. Die Regularien seien schlicht und einfach zu komplex. Man könne nicht verlangen, dass jeder Kleinstbetrieb diese zu 100% umsetzen könne.

Ich fasste zusammen, dass das maßgebliche Problem die Überregulierung sei.

Herr Jehle bejahte dies und fügte hinzu, dass eine Umsetzung der Regularien dich auch lohnen müsse.

Nicht nur monetär, sondern auch in anderen Bereichen wie z.B. erleichterten Zugängen zu Bewilligungen oder ähnlichem. Abschließend stellte er nochmals klar, dass bspw.

eine Ermittlung jedoch nicht gänzlich ohne behördlichen Druck funktionieren würde. Man bräuhete einerseits Anreize und andererseits umsetzbare Regularien.

Mit der Abschlussfrage erbat ich mir noch einen Ausblick seitens Herr Jehle in Bezug auf das gesamte Thema. Weiter fragte ich, ob es Umstände gäbe, die Deutschland umsetzen sollte um dies gesamtheitliche Betrachten zu können.

Herr Jehle bringt als Ausblick zunächst ein gegenwärtiges Forschungsthema ein. In der Schweiz werde betrachtet, ob es möglich sei, Stoffgruppen bei der gefahrstofftechnischen Gebäudeuntersuchung zusammenzufassen. Insbesondere seien hierbei chlorierte Verbindungen, zu welchen auch CP zählen, zu nennen. Wie bereits oben beschrieben, werden Bauteile mit Nachweis von chlorierten Gefahrstoffen i.d.R. der thermischen Verwertung zugeführt. Aus diesem Grund sei die exakte Zusammensetzung eher zweitrangig. Ausschlaggebend für die Möglichkeit zur thermischen Verwertung seien die Chlorgehalte. Die Untersuchung eines Stoffes rein auf seinen Chlorgehalt wäre analytisch deutlich kostengünstiger und schneller umzusetzen. Weiter ergebe sich so nachhaltig mehr Lagerplatz auf den Deponien, für Stoffe, die nicht verwertet werden könnten.

Auf diese Aussage entgegnete ich, dass dies zunächst bedeutet würde, dass die Art der Verwertung von Gefahrstoffen in Deutschland angepasst werden müsste.

Diesen Umstand bestätigt Herr Jehle. Anschließend zeigte er noch einen weiteren berichtenswerten Umstand auf. Die Thematik der PCT (Polychlorierte Terphenyle). Diese seien ebenfalls als Substitut für PCB verwendet worden, jedoch sind sie gegenwärtig nicht reguliert. Weder in der EU noch in der Schweiz. Erste Studien ergaben, laut Herr Jehle, dass die Toxizität von PCT kritischer zu bewerten sei als die der SCCP. Hier sieht er akuten Handlungsbedarf.

Da Herr Jehle auch Teil des Fachgremiums für die Erstellung der VDI 6202 Blatt 4 (SVOC) ist, fragte ich darauf, ob PCT auch Bestandteil ebendieser werden würden.

Aufgrund der nicht vorhandenen Regularien hierzu, sei dies wohl nicht möglich, teilte mir Herr Jehle mit. Er befürchte jedoch, dass das Verfahren mit PCT dem mit SCCP / MCCP nachfolgen wird. Dies bedeutet, der Stoff wird erst reguliert, wenn er vermeintlich schon zu spät sei und unkontrolliert große Mengen im Umlauf gelangen sein. Aufgrund der Ähnlichkeiten im Gebrauch sieht Herr Jehle hier weiteren Forschungsbedarf.

Im Anschluss an diese Frage folgte ein Dank meinerseits und die Verabschiedung beiderseits.

4.3 Entwicklung der Fragestellung an Labordienstleiter

Das Interview mit Herr Krauß dient in erster Linie dem faktenbasierten Erkenntnisgewinn, und im Vergleich zum Interview mit Herr Jehle weniger einer Einschätzung der Problematik. Durch die langjährige Berufserfahrung seitens Herr Krauß erhoffe ich mir einen praxisorientierten Blick in den Laboralltag und neue Erkenntnisse in Bezug auf CP-Analysetechniken.

Die erste Frage, welche ich Herr Krauß stellen möchte, zielt direkt auf oben genannte Erwartung ab. Wie in Kapitel 3.1.4 bereits beschrieben, ist das grundsätzliche Verfahren zur labor-technischen Analyse genormt. Ferner muss dieses Verfahren für die Nutzung von Materialproben anerkannt und akkreditiert werden.

Frage 1: Können Sie mir Ihre Methode zur Analyse von CP im Material beschreiben? Weicht diese stark ab von der Analyse von bspw. PCB? Inwiefern findet das Verfahren aus der DIN EN ISO 18635 bei Ihnen Anwendung? / bzw. Wie wurde dieses Verfahren auf die Untersuchung von Materialproben ausgeweitet?

Mit der zweiten Frage möchte ich die gewonnenen Erkenntnisse über die Komplexität der Analytik von CP von der praktischen Seite betrachten. Direkt folgend möchte ich in Frage 3 erfahren, ob es bereits Ideen für Lösungsansätze o.ä. gibt bzw. etwas in Arbeit ist.

*Frage 2: Können Sie beschreiben, was die Analytik von CP im Vergleich so komplex macht?
Frage 3: Gibt es, für in Frage 2 genannte Problemstellung, Ansätze zur Lösung? Sind Ihrer Meinung nach dafür Lösungen zu erwarten?*

Die folgende Frage 4 bezieht sich konkret auf reine Fakten. Weiter kann sie auch als Vergleich von Fakten und Einschätzungen herangezogen werden. Die vierte Frage an Herr Jehle stellt einen direkten Vergleich hierzu dar.

Frage 4: Welchen Stellenwert nimmt die CP-Analytik in der Umweltanalytik ein? Gerne auch im Vergleich zu anderen chemischen Gebäudegefahrstoffen (vgl. PCB, org. Holzschutzmittel, PAK o.ä.)

Frage 5 baut direkt auf die zuvor erwartete Antwort auf. Es ist zu erwarten, dass die Materialprobenanzahl auf CP deutlich geringer ausfällt im Vergleich zu anderen Stoffen. Falls auch Frage 4 dieses Bild ergibt, ist die folgende Frage zu stellen.

Frage 5: Meinen Sie, die untergeordnete Rolle von CP in der Untersuchung als Gebäudegefahrstoff ist zum Teil auf die komplexe Analytik zurückzuführen?

Die nächste Frage dient auch der reinen Erhebung der Fakten. Aus den erfragten Daten ist es möglich, eine Art „erste Wahrscheinlichkeit“ von SCCP-Gehalten oberhalb des von der EU festgelegten Grenzwertes abschätzen zu können. Je höher der Datensatz hierbei ausfällt, desto sicherer kann von einer soliden Ersteinschätzung gesprochen werden.

Frage 6: Haben Sie Daten zum Gehalt von CP in Materialproben? Überschreiten diese häufig den von der EU festgelegten Grenzwert von 0,15 Gewichtsprozent SCCP?

Nachfolgend möchte ich eine Einschätzung seitens Herr Krauß einholen. Der Grenzwert ist, meiner Meinung nach, im Vergleich zu anderen Gebäudegefahrstoffen als sehr hoch zu bezeichnen. Hierzu möchte ich den Vergleich zwischen den Grenzwerten für SCCP und PCB heranziehen. Der Grenzwert für PCB-haltiges Material liegt bei 50 mg/kg.¹³⁸ Der SCCP Grenzwert (0,15 Gewichtsprozent) bedeutet umgerechnet auf 1kg ergibt einen Grenzwert von 150 mg/kg Gewicht. Dies ist rechnerisch das 3-fache. Ich möchte erfahren, ob dies nach Meinung von Herr Krauß in Betrachtung der Schadwirkung gerechtfertigt ist.

Durch die Aussage von Herr Krauß zu diesem Thema erwarte ich, diese Hypothese stützen zu können.

Frage 7: Wie schätzen Sie den Grenzwert ein? Auch im Vergleich zu anderen chemischen Gebäudegefahrstoffen?

Abschließend möchte ich Herr Krauß bitten, mich über die CP-Analysen der letzten Jahre in Kenntnis zu setzen. Da der Gebrauch von SCCP erst kürzlich untersagt wurde, ist zu erwarten, dass die Probenanzahlen in diesem Zeitraum angestiegen sind. Hieraus ließe sich ein Trend entwickeln, bzw. es wäre abzusehen, ob die Problematik in Deutschland mehr Beachtung findet.

Frage 8: Zeichnet sich ein Trend in Bezug auf die Laboranalysen auf CP bei Ihnen ab? Nehmen diese in den letzten Jahren zu oder ab?

Auch mit diesem Interview erhoffe ich mir einen klareren Blick auf die tägliche Praxis im Umgang mit CP. Zusätzlich zum Interview mit Herrn Jehle sind konkrete Zahlen zu erwarten. Diese helfen dann später bei der Einstufung bzw. Bewertung der von CP ausgehenden Gefahren und der daraus resultierenden Handlungsempfehlung.

¹³⁸ Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019). a.a.O., Seite 115

4.3.1 Zusammenfassung des Interviews mit Herrn Krauß

In diesem Unterkapitel fasse ich die Aussagen von Herrn Krauß zusammen. Angelehnt an Kapitel 4.2.1 ebenfalls, ohne meine Ergebnisse zu berücksichtigen. Das Interview, welches ich mit Herr Krauß am 06.12.2021 geführt habe, befindet sich ebenfalls als Transkript in der Anlage III.

Das Gespräch begann mit der Vorstellung seitens Herr Krauß. Er schilderte kurz seine Tätigkeit, seine Berufsbezeichnung sowie seinen Werdegang in diesem Tätigkeitsfeld.

Nach diesem Einstieg begann ich mit der ersten Frage. Hier bat ich Herr Krauß die Methode zur Analytik von CP im Material zu beschreiben, basierend auf meinen Recherchen und dem Schluss, dass das Verfahren im Grundsatz in der DIN EN ISO 18635 beschreiben ist. Herr Krauß eröffnete mir, dass in der Praxis für die Bestimmung von CP im Material eine andere Normung angewandt wird, die der DIN EN ISO 22818. Alle Analysen des Labors, welches Herr Krauß leitet, fänden nach ebendiesen Bestimmungen statt.

Im Anschluss an diese Antwort erfragte ich, was genau die Analysen so komplex durchführbar machen lassen würde. Als Hintergrund sprach ich ihn auch gezielt auf die Referenzproben und die damit einhergehenden Probleme an.

Dieses Problem sei nicht allzu groß, versicherte er mir darauf. Durch die regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen habe sich das Labor bereits einen soliden Stamm an Referenzproben erarbeitet.

Ich hakte in diesem Zuge nochmals nach und erfragte weshalb die Analytik von CP als äußerst komplex bezeichnet wird.

Daraufhin beschrieb Herr Krauß die Herangehensweise bei der analytischen Betrachtung von Materialproben auf CP. Zunächst werden die Proben in adäquate Teile, meist mit einer Kantenlänge von 3x3 mm zerkleinert. Anschließend werden die Proben zwecks Extraktion mit Toluol versetzt. Folgend werden die Proben in der Toluollösung im Ultraschallbad über eine definierte Zeit „ausgewaschen“. Von der extrahierten Flüssigkeit werden wieder adäquate Teile entnommen und im sogenannten NCI-GC-MS analysiert. NCI steht hierbei für Negative chemische Ionisierung. Die negative Ionisierung hätte den Vorteil, dass lediglich elektronegative Teilchen analysiert werden würden. Dies wäre bei den Chloranteilen von SCCP-Produkten von großem Vorteil. Weiter biete sich bei dieser Methode der Vorteil, dass man nicht chlorierte Alkane ausblenden könne.

Bei der Gaschromatographischen-Massenspektrometrie sei dies nicht möglich. Bei der NCI-GC-MS Methode kann man hingegen gezielt chlorierte Bestandteile detektieren.

Nachfolgend wollte ich wissen, ob Herr Krauß für diese Schwierigkeiten der Analyse Lösungsmöglichkeiten kennt, bzw. ob er eine Vorstellung davon hat, wie dieses Verfahren vereinfacht werden könne.

Die Einschätzung von Herr Krauß sah so aus, dass es seiner Meinung nach kaum einen Weg um die NCI-Verfahren herumgeben könne.

Es sei grundsätzlich möglich, die Analysen auch anders (GC-MS oder ECD GCV) durchzuführen, jedoch würde dies im Vergleich einen erheblichen Mehraufwand bedeuten. Dieser Mehraufwand sei maßgeblich darauf zurückzuführen, dass es sich bei den CP um sog. Summenparameter handele.

Zu diesem Thema erfragte ich weiter, ob es auch Probleme beim Differenzieren der einzelnen CP-Fraktion gäbe.

Herr Krauß verneinte dies. Über das Masse-zu-Ladung-Verhältnis könne man SCCP und MCCP recht gut differenzieren. Nach seinen Angaben liegen SCCP i.d.R. im Bereich von $370 - 400 \frac{kg}{c}$ und MCCP im Bereich von etwa $400 - 450 \frac{kg}{c}$.

Die nächste Frage hatte die Absicht, konkrete Zahlen abzufragen. Ich bat Herrn Krauß mitzuteilen, wie das Verhältnis der Analysen auf CP im Vergleich zu anderen Parametern aussähe. Weiter wollte ich erfahren, ob die von mir im Vorweg angenommen niedrige Anzahl an Analysen auch etwas mit der komplexen Analytik zutun haben könnte.

Gegenwärtige gäbe es kaum Anfragen, teilte mir Herr Krauß mit. Aus dem Bereich der Umwelttechnik im Grundsatz so gut wie nie. Für die Anfragen als Gebäudegefahrstoff spiele selbstverständlich auch der Preis eine Rolle. Mit der oben beschriebenen komplexen Analytik sei dieser im Vergleich hoch. Ferner sei die geringe Anzahl der angeforderten Untersuchung auf CP auch auf mangelnde Bekanntheit zurückzuführen.

Ich beschrieb daraufhin Herr Krauß, dass es theoretisch bei Rückbauvorhaben, zumindest in Hamburg, verpflichtend sei, eine gefahrstofftechnische Begutachtung durchführen zu lassen. Weiter erwähnte ich auch, dass das Thema CP jedoch dabei gegenwärtig keine Rolle spielt, da sie als Gebäudegefahrstoff noch relativ unbekannt seien.

Herr Krauß konnte dieses Bild bestätigen, indem er erläuterte, dass CP in den Anfragen noch keine große spielen würden. Die Anfragen seien jedoch gestiegen, dadurch dass SCCP in die POP-Verordnung aufgenommen worden sind. Seiner Meinung nach herrsche noch zu wenig Druck seitens der Behörden, um die Anzahl dieser Analysen zu steigern.

In meiner nächsten Frage wollte ich erfahren, ob die zu analysierenden Materialproben häufig den von der EU festgelegten Grenzwert überschreiten.

Es biete sich ein gemischtes Bild, sagte Herr Krauß aus. Im Normalfall enthielten die Proben jedoch keine SCCP. Nach seinen Aussagen beinhalten etwa 5-10% der analysierten Proben SCCP oberhalb dieses Grenzwertes.

Über diesen Grenzwert handelte auch meine nächste Frage. Ich bat um eine Einschätzung über die Höhe des Grenzwerts. Speziell, im Vergleich mit anderen Stoffen wie PCB.

Die 0,15 Gewichtsprozent schätze Herr Krauß als relativ hoch ein, vorallem im Vergleich mit andern SVOC, welche im Schnitt bei 0,1 Gewichtsprozent lägen. Die Ursache hierfür sieht er in der Regulierung.

Seiner Meinung nach sollte möglichst schnell ein Grenzwert festgelegt werden, welcher dann in nachfolgenden Regularien wieder angepasst werden könnte. Aus diesem Grund geht Herr Krauß auch davon aus, dass mit der nächsten Novellierung der POP-Verordnung auch ein neuer, niedrigerer Grenzwert für SCCP etabliert wird. Zusätzlich habe die Grenzwertgestaltung auch immer etwas mit den analytischen Fähigkeiten zu tun. Je weiter die Technik voranschreite, desto geringere Grenzwerte könnten realisiert werden.

Als Abschluss bat ich Herrn Krauß um einen Ausblick in Bezug auf das Thema CP. Hierbei war auch insbesondere die Fragestellung, ob ein Trend bei den Analysen abzusehen sei. Die Anfragen seien bereits gestiegen, berichtet Herr Krauß. Seit der Gültigkeit der neuen POP-Verordnung im Jahre 2019 sei dies so. Für die MCCP werde es wohl so ähnlich folgen, da diese nun auf der Kandidatenliste für die Verordnung geführt werden. Außerdem täte sich auch etwas im Normungsprozess. Zu Beginn der Analytik von SCCP im Material bezog man sich, laut Krauß, auf eine Norm, die für Lederprodukte geschaffen worden war. Gegenwärtig werden die Normungen angepasst bis hin zu reinen Kunststoffprodukten. Herr Krauß leitet aus diesen Umständen einen klaren Aufwärtstrend ab.

Im Anschluss fragte ich Herrn Krauß, ob es noch Anmerkungen zu diesem Thema gäbe, die er mir gern mitteilen würde. Nach einer kurzen Unterhaltung, welche nicht sonderlich relevant für den Inhalt dieser Arbeit ist, beendeten wir das Gespräch und verabschiedeten uns.

5 Diskussion der Ergebnisse

Mit dem Ziel dieser Arbeit, eine nutzbare Stoffbeschreibung und Handlungsempfehlung im Umgang mit Chlorparaffinen zu entwickeln, ist es nötig sich auf feste Parameter zu beschränken. Mit diesen gewählten Parametern kann dann der erforderliche Umgang geregelt und beschrieben werden.

Zunächst bedarf es einer Stoffbeschreibung. Allgemein beschreiben Chlorparaffine polychlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen. Die Kohlenstoffverbindungen sind gesättigt sowie unverzweigt und sind der Stoffgruppe der Alkane zuzuordnen. Die Wasserstoffatome werden z.T. oder in Gänze durch Chloratome ersetzt. Aus diesem Grund sind Chlorparaffine auch unter dem Namen Chloralkane bekannt. Bei der Betrachtung von CP werden drei Fraktionen berücksichtigt:

- kurzkettige CP (SCCP): $C_{10}-C_{13}$
- mittelkettige CP (MCCP): $C_{13}-C_{17}$
- langkettige CP (LCCP): $C_{\geq 17}$

Jede Fraktion weist leicht verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften auf. Durch den mitunter erhöhten Chloranteil und die geringe Wasserlöslichkeit der Paraffine gelten CP als schlecht löslich. Durch diesen Umstand haben sie das Potential, sich zu akkumulieren. Diese Akkumulation findet aufgrund der lipophilen Wirkung auch in menschlichem oder tierischem Fettgewebe statt. Weitere bedeutende chemische und physikalische Eigenschaften sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Um die verwendeten und produzierten Mengen zu beschreiben muss zunächst ein Anwendungsgebiet festgelegt werden. Im Kontext dieser Arbeit ist es durchaus sinnvoll, den Gebrauch von CP in Gebäuden auszuwählen. Die in der Recherche ermittelten Produkte zum Gebrauch in Gebäuden ließen sich klar durch die befragten Experten bestätigen. Zusammengefasst bedeutet dies, dass die für diese Arbeit relevanten Stoffanwendungen auf Dichtungsmassen und Brandschutzbeschichtungen zu begrenzen sind. Ferner muss bei der Betrachtung differenziert werden, welche CP-Fraktion betrachtet werden soll. Die SCCP stehen hierbei an erster Stelle. Der Gebrauch von SCCP fand zeitlich im Rahmen von etwa 1978 bis 2002 statt. Den Beginn des Verbrauchs stellte die Verbotsverordnung von PCB im Jahre 1978 dar. Diese Annahme kann weiter durch die vorliegenden Informationen (s.o. Aussagen Herr Jehle, Kapitel 4.2.1) über den Beginn der Betrachtungen von CP in der Schweiz gestützt werden. Als Endpunkt des Gebrauches von SCCP in der EU, somit auch in Deutschland, ist das Jahr 2002 zu nennen. In diesem Jahr wurde die EU-Richtlinie EG 2002/45 erlassen. Hierin wurden erstmals in der EU die Nutzung und Produktion von speziellen SCCP-enthaltenden Produkten reglementiert. Diese Produkte betrafen jedoch nicht die an Gebäuden verwendeten Produkte. Nichtsdestotrotz wurden die Hersteller durch die Verbote dazu motiviert, die Produktion einzustellen.

Der größte nationale Hersteller, die Hoechst AG, begann bereits im Jahre 1995 die Produktion von SCCP auslaufen zu lassen. International werden CP, insbesondere auf dem asiatischen Kontinent, weiterhin produziert und vertrieben. Als weiterer Materialfluss von SCCP ist die Produktion von MCCP und LCCP zu nennen. Bei besagter Produktion kann nicht vollends ausgeschlossen werden, dass SCCP als Verunreinigung in anderen Produkten zurückbleiben. Somit ist abschließend nicht auszuschließen, dass gegenwärtig in der EU noch SCCP produziert werden. Diese Mengen sind jedoch durch die POP-Verordnung reglementiert. Gemäß CLP-Verordnung dürfen Stoffe und Gemische SCCP nicht oberhalb von 0,15 Gewichtsprozent enthalten. Dieser Grenzwert stammt aus dem Jahr 2008. Laut der befragten Experten (siehe Kapitel 4 ff.) ist zu erwarten, dass dieser Grenzwert mit einer Novellierung jedoch sinken wird. Begründet wird dies zum einen durch die heutzutage genaueren Analysemethoden und zum anderem durch die neu gewonnenen Erkenntnisse der toxikologischen Wirkung von CP.

Die Umwelttoxikologischen Auswirkungen von SCCP sind vermeintlich seit dem Jahr 1995 bekannt, durch die Mitteilung des PARCOM 95/1¹³⁹. Humantoxikologische Auswirkungen wurden bereits früher, im Jahr 1989, dokumentiert.¹⁴⁰

Hier lässt sich eine Systematik im Gesetzgebungsprozess erkennen. Die Diskrepanz von mindestens 13 Jahren zwischen Bekanntwerden der gesundheitlichen Auswirkungen von SCCP und dem, zumindest teilweisen, Verbot ebendieser Produkte lässt auf einen unflexiblen Gesetzgebungsprozess schließen. Aus diesem Grund sollte hier Aufklärungsarbeit betrieben werden. Das von Herrn Jehle, in Kapitel 4 ff., aufgeführte Konzept der Unbedenklichkeitsbescheinigung ist konsequent durchzusetzen. Andernfalls ist nicht auszuschließen, dass eine ähnliche zeitliche Verzögerung auch bei anderen potential schädlichen Stoffen stattfinden kann. Um dieses Argument zu untermauern ist der Gebrauch von MCCP heranzuziehen. MCCP wurden und werden als Substitut für u.a. SCCP genutzt. Offiziell dokumentiert weisen sie zwar keine gesundheitlichen Auswirkungen auf, jedoch ist durch diverse Studien und die vergleichbaren chemischen und physikalischen Eigenschaften anzunehmen, dass weiterer Forschungsbedarf besteht. Ebenso kann so der umwelttechnische Aspekt von MCCP beleuchtet werden. Aufgrund der oben beschriebenen „langsam mahlenden Mühlen“ (Gesetzgebungsprozess), wie es Herr Krauß beschrieb, ist der Gebrauch und die Produktion von MCCP gegenwärtig noch nicht reglementiert, respektive eingeschränkt. Dieser Umstand ist umso belastender vor dem Hintergrund, dass nach Aussagen von Herrn Jehle, keine Unbedenklichkeit des Stoffes angenommen werden kann. Mit der Aufnahme der MCCP in die Kandidatenliste der POP-Verordnung ist jedoch ein erster Schritt getan. LCCP werden unter diesen Gesichtspunkten gegenwärtig nicht betrachtet, was nach obiger Schilderung, als fahrlässig zu bezeichnen ist. Zusammenfassend ist die rechtliche Situation im Umgang mit CP, oder auch allgemein im Umgang mit Gefahrstoffen, als höchst bedenklich zu bezeichnen. Das Prinzip der Unbedenklichkeitsprüfung eines Stoffes von Zulassung sollte zwingend geprüft werden.

¹³⁹ OSPAR Secretariat, 1995 a.a.O.

¹⁴⁰ Bannasch, Peter u.a. (1990). a.a.O., Seite 70

Den praktischen Umgang mit Produkten, welche CP enthalten, im Sinne des Rück- oder Umbaus konnte ich lediglich durch den befragten Experten einsehen. Da es national keine Bestimmungen hierzu gibt, kann es auch keine praxisorientierten Anweisungen geben.

Die Kombination aus stofflichen Eigenschaften, insbesondere der geringen Migrationsfähigkeit in Luft, und der Expertenaussagen lässt jedoch darauf schließen, dass bei Umgang mit Produkten, welche CP enthalten, keine sonderlich hohen Schutzmaßnahmen (vgl. Umgang mit asbestführenden Materialien) zu treffen seien. Im Grundsatz sollten die unter §8 GefStoffV beschriebenen allgemeinen Schutzmaßnahmen ausreichen, um den Arbeitnehmer und die Umwelt zu schützen. Diese Maßnahmen müssen dann weiter auf das jeweilige Bauteil und die anzuwendenden Arbeitsverfahren angewandt werden. Aufgrund der Diversität der Anwendungen sollten technische und organisatorische sowie personenbezogene Maßnahmen zum Arbeits- und Umweltschutz immer objektbezogen ausgeführt werden.

Die allgemeine Beprobung von Bauteilen/ Anwendungen mit CP-Verdacht sollte signifikant gesteigert werden. Die Probenahmestrategie, die in der Schweiz angewandt wird, erscheint in diesem Kontext als äußerst effektiv. Bei der praktischen Beprobung von Bauteilen mit Verdacht auf Zusatz von Weichmachern reicht eine Materialprobenahme aus. Mittels dieser einen Probe können im Nachgang dann verschiedene Parameter (PCB, CP u.w.) untersucht werden. Für die Vor-Ort tätigen Probenehmer würde dieser Umstand einen marginalen zeitlichen Mehraufwand bedeuten, welcher in keinem Verhältnis zum Nutzen der Aussage stehen würde.

Die labortechnische Analytik von Material auf CP ist gegenwärtig schon auf dem freien Markt verfügbar. Nach einer kurzen Recherche ergibt sich jedoch eine recht geringe Anzahl an Laboren, die für diese Art der Untersuchung akkreditiert ist. Dies ist maßgeblich auf eine verhältnismäßig komplexe Analytik zurückzuführen. Für die Bestimmung von CP im Material werden Referenzproben benötigt, um die Ergebnisse zu verifizieren. Im Fall des Labors der Dekra Automobil GmbH seien diese, laut Krauß, vorhanden. Hierbei sollte jedoch auch betrachtet werden, dass dieses Labor eines der wenigen Akkreditierten Labore in Deutschland darstellt. In Telefonaten mit anderen Labordienstleistern wurde die Beschaffung dieser Referenzprobe als maßgebliches Hindernis beschrieben. In diesem Bereich bedarf es weiterer Standardisierung. Insbesondere, da die komplexe, und damit auch kostenintensive, Analytik den Willen zur Probenahme vermeintlich einschränken könnte. Diesen Umstand bestätigte mir auch Herr Krauß in unserem Gespräch. Die Normierungen zur Laboranalytik sind nach derzeitiger Kenntnis als ausreichend zu bezeichnen. Wie mich Herr Krauß informierte, gibt es eine Normung, die DIN EN ISO 22818, die die Untersuchung von CP (SCCP und MCCP) beschreibt und festlegt. In der Recherche stieß ich nicht auf diese Schriftenreihe. Weiter solle diese Normung auch in Zukunft an kunststoffbasierte Produkte angepasst werden, so Krauß. Somit kann als Standardverfahren das etablierte NCI-GC-MS-Verfahren zur chemischen Analyse von CP im Material herangezogen werden. Zusätzlich zu dem geforderten Untersuchungsumfang der DIN EN ISO 22818 sollte der Chlorgehalt des Materials bestimmt werden. Dies ist vor dem Hintergrund der gesundheitlichen Beurteilung sowie der Entsorgung von großer Bedeutung. Aus den geführten Gesprächen ergab sich zudem, dass die Analyse eines Materials auf seinen

Chlorgehalt als nahezu trivial zu bezeichnen ist. Somit ergäbe sich auch hieraus kaum Mehraufwand für eine deutlich detailliertere Aussage.

Die Bestimmung des Chlorgehaltes ist auch relevant für die Festlegung der Entsorgungswege. Grundsätzlich sind die Entsorgungswege in Deutschland durch die AVV geregelt. In diesem Verzeichnis werden jedoch nur spezielle Stoffe namentlich genannt, sodass Produkte die CP enthalten anders eingestuft werden müssen. Sofern der Gehalt an SCCP den Abfallgrenzwert der CLP-Verordnung (1,0 Gewichtsprozent) übersteigt, gilt dieses Produkt rechtlich als gefährlicher Abfall. In Deutschland bedeutet dies i.d.R. die Beseitigung auf einer Deponie. Der Platz auf deutschen Deponien jedoch wird Zusehens knapper (Deponieraumknappheit). Aus diesem Grund ist auch hier das Modell der Schweiz als richtungsweisend zu bezeichnen. Die thermische Verwertung von belasteten Baustoffen bietet für o.g. Problemstellung einen Ausweg. Im Grundsatz bieten sich CP mit ihrer relativ geringen temperaturbeständigkeit (ca. 200 °C) hierfür an. Durch die thermische Verwertung kann jedoch das Problem der chemischen Umwandlung entstehen. Chlor kann bei hohen Temperaturen unter anderem Dioxine bilden. Einige Dioxine gelten als überaus schädlich für den menschlichen Organismus und die Umwelt.¹⁴¹ Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen ist also zunächst der technische Aspekt abzuklären. In dem Gespräch mit Herrn Jehle wurde mir diesbezüglich eröffnet, dass es gegenwärtig in der Schweiz Anlagen zu thermischen Verwertung gäbe, die selbst hohe Chlorgehalte dioxinfrei Verwerten könnten. Somit stellt die notwendige Technik kein Hindernis dar. Das Hindernis ist auch hier in der Rechtsprechung zu suchen. Die thermische Verwertung von gefährlichen Stoffen ist schlicht nicht ausreichend, bzw. flächendeckend, reglementiert. Hinzu kommt der Umstand, dass die Abfallentsorgung stark von Standort zu Standort variieren kann. Diese eigene Erfahrung wurde mir in meinen Gesprächen vollends bestätigt. Um das Thema der Entsorgung von CP abzuschließen, ist festzuhalten, dass es einen dringenden Forschungsbedarf für die thermische Verwertung bedarf. Hinzu kommt, dass die Reglementierungen zum Umgang mit gefahrstoffhaltigen Abfall bundesweit einheitlich gestaltet werden sollten. Dies schafft Akzeptanz und Transparenz.

Zusammenfassend ist das Thema Chlorparaffin mit der Berücksichtigung der genannten Punkte ausreichend für den Zweck dieser Arbeit beschrieben. Wie erwähnt bedarf es jedoch noch weiterer Forschungsarbeit sowie gesetzlicher Umstrukturierung/ Regelungen, um den Themenkomplex für die Öffentlichkeit eingänglich zu gestalten. Gegenwärtig stellen sich schlicht zu viele ungelöste Fragen.

Die Erstellung der Handlungsempfehlung ist auf Grundlage der zusammengetragenen Informationen nahezu uneingeschränkt möglich. Nichtsdestotrotz wird es dabei Aspekte geben, an denen nach gegenwärtigem Kenntnisstand, Annahmen zu treffen sind. Dies hat vor allem den Hintergrund, dass Vorschriften fehlen.

¹⁴¹ vgl. Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2012. Humantoxikologie PCB Dioxine-LFU-RLP. Humantoxikologische Wirkungen der Dioxine und dioxinähnlichen Verbindungen/PCB einschließlich Referenzwerte aus Human Biomonitoring und Innenraumluft. Trier: LFU-RLP, 31.05.2012 [Zugriff am 12.12.2021]. Verfügbar unter: https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Downloads/Mainzer_Arbeitstage/Dr._Michels.pdf

6 Entwicklung einer Handlungsempfehlung als Resultat der zuvor erlangten Erkenntnisse

Wie bereits zuvor beschrieben, orientiert sich die angestrebte Handlungsempfehlung an der VDI 6202 Blatt 3.

Bevor eine Handlungsempfehlung definiert werden kann, ist zunächst der Umfang abzugrenzen. Wie oben beschrieben, sind gegenwärtig lediglich für SCCP feste Grenzwerte definiert. Ohne Grenzwerte ist keine Handlungserfordernis gegeben und somit auch keine Handlungsempfehlung erforderlich. Aus diesem Grund beschränkt sich die zu erarbeitende Handlungsempfehlung ausschließlich auf die kurzketzige Fraktion der Chlorparaffine.

Zu Beginn sind allgemein die Verwendungen von SCCP im Baubestand zu definieren. Als Anhaltspunkt hierfür dienen die unter Kapitel 3.1.1. erlangten Erkenntnisse. Diese Erkenntnisse wurden weiter durch die Aussagen der befragten Experten gestützt und bestätigt. Festzuhalten ist, dass SCCP vor allem in dauerelastischen Fugenmassen und in Lacken sowie Beschichtungen, die dem Brandschutz dienen, auftreten bzw. aufgetreten sind. Um diese Aussage praktisch besser anwendbar zu machen werden im folgenden gängige Produkte (Handelsnamen) aufgeführt, welche nachweislich SCCP als additiv aufweisen:

- Cerechlor	- Hordaflex
- Hordalub	- Chlorowax
- Derminolfett	- Chlorofin
- Derminolöl	- Chlorocosane

Tabelle 6: Handelsnamen bestimmter SCCP-Produkte¹⁴²

Nachdem die Verwendung von SCCP in Bauprodukten beschrieben ist, soll mittels des Baujahres des Bauteils/ der Anwendung der Verdacht weiter eingegrenzt werden. Die Anwendung von CP in Bauprodukten leite ich ebenfalls aus den in Kapitel 3.1.1. erlangten Erkenntnissen über die Produktion von CP ab. Da dies nur die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von CP bekräftigen soll, sind diese ungefähren Angaben ausreichend.

Die Produktion von SCCP in Deutschland endete 1995. Das Verbot zur Einfuhr in die EU folgte 2002 (s.o.). Da die globale Produktion von SCCP jedoch noch stattfindet (siehe u.a. China, Indien) kann nicht ausgeschlossen werden, dass Produkte mit einem SCCP-Gehalt oberhalb des Grenzwertes in die EU gelangen und hier auch Verwendung finden. Die Wahrscheinlichkeit hier ist jedoch als recht gering zu bezeichnen. Aufgrund dieser Aussagen kann vom Ende des Gebrauchs von Produkten die SCCP, oberhalb des von der EU eingeführten Grenzwertes, enthalten, ab dem Jahr 2003 ausgegangen werden. Dies ist allerdings ausdrücklich ein theoretischer Wert. Zum einen werden SCCP immer noch produziert (s.o.) und zum anderen können sie als Nebenprodukt bei der Herstellung von MCCP und LCCP auftreten.

Diese CP-Fractionen werden gegenwärtig, auch in Deutschland, noch hergestellt und vertrieben. Der Gebrauch von SCCP ist zeitlich nicht eindeutig definiert. Für die Betrachtung als Gebäudegefahrstoff ist es jedoch sinnvoll, das Jahr 1978 zu nennen. Da SCCP maßgeblich

¹⁴² vgl. Bannasch, Peter u.a. (1990)

als Ersatzprodukt für PCB verwendet worden sind, ist anzunehmen, dass sie ab dem Verbot von PCB in der EU (1978) in Gebäuden vermehrt Verwendung gefunden haben. Konkludierend ist es also sinnvoll, den Verwendungszeit von SCCP in Gebäuden auf 1978 – 2003 festzulegen.

Für die verschiedenen Motivationen eines Bauvorhabens (Nutzung, Instandhaltung bzw. Sanierung, Abbruch oder Wertermittlung) ist der Umgang mit SCCP differenziert zu betrachten. Für die Nutzung eines Gebäudes, in welchem SCCP verbaut sind, wäre ein Innenraumrichtwert nach dem Vorbild des Bewertungsschemas von VOC (bspw. nach UBA) sinnvoll¹⁴³. Gegenwärtig gibt es einen solchen jedoch nicht. Dieser Innenraumrichtwert würde die Konzentration an SCCP in der Raumluft festlegen, ab welcher eine Gefährdung des Nutzers nicht mehr auszuschließen ist. In dieser Hinsicht besteht weiterer Forschungsbedarf.

Sofern an einem Gebäude, welches SCCP enthält, Instandhaltungs- bzw. Sanierungsarbeiten oder Rückbauarbeiten ausgeführt werden sollen/ müssen, sind konkrete Maßnahmen zu treffen. Zunächst muss festgestellt werden, ob im Zuge der projektierten Maßnahme das Bauteil/ die Anwendung, welche SCCP enthält, betroffen sein wird. Falls dies der Fall ist, sind die oben beschriebenen Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer zu treffen (vgl. Kapitel 3.1.3.2 und 5). Ferner sollte geklärt werden, wie mit der potentiellen Überbauung von SCCP-führenden Bauteilen umgegangen werden kann. Es gibt gegenwärtig keine Pflicht, solche Bauteile/ Anwendungen zu entfernen. Dies würde nahelegen, eine Überbauung würde „die Probleme beseitigen“. Sollten solche Maßnahmen nicht eindeutig dokumentiert werden, ist es im Zweifel für den Nachfolgeunternehmer nicht mehr ersichtlich, ob mit einem Gefahrstoff umgegangen wird. Aus diesem Grund wird in dieser Handlungsempfehlung ein Überbauungsverbot (vgl. Überbauungsverbot von Asbestanwendungen) vorgeschlagen bzw. ausgesprochen. Vor Beginn von ASI-Arbeiten sollte zudem der Entsorgungsweg festgelegt werden. Für den reibungslosen Ablauf einer Maßnahme ist es zwingend erforderlich, im Vorweg zu klären, wie das entfernte Material zu entsorgen ist.

Die oben genannten Aspekte sind ebenfalls bei der Wertermittlung eines Bauwerks heranzuziehen. Ohne die Kenntnis über den Arbeitsablauf im Umgang mit SCCP kann kein Rahmen für Kosten zur Beseitigung festgelegt werden.

Um das Thema der Motivation vollumfänglich abzudecken, sind noch die betroffenen Rechtsgebiete zu definieren. Hierbei weiche ich bewusst von der VDI 6202 Blatt 3 ab.

Für jedwede Motivation sollten die Belange des Baurechts, der Gefahrstoffverordnung sowie der Kreislaufwirtschaft bekannt sein. In o.g. Richtlinie wird bei der Motivation „Wertermittlung“ von letzteren beiden abgesehen.

¹⁴³ vgl. Umweltbundesamt, 21.07.2007: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten. Handreichung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. Umweltbundesamt über Springer Medizin Verlag [Zugriff am: 20.12.2021].

Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Handreichung.pdf>

Wie bereits beschrieben, ist die Kenntnis über zu treffende Schutzmaßnahmen bei ASI-Arbeiten sowie Entsorgungswege zwingend erforderlich. Diese Faktoren bestimmen den Preis einer Immobilie zwar nicht direkt, allerdings bezogen auf das Thema Nachhaltigkeit, massiv. Weiter sollte betrachtet werden, dass durch Vorhandensein von Gefahrstoffen an einer Immobilie der Kaufpreis auch direkt beeinflusst werden kann (Abschreckung potentieller Kunden).

Anschließend an die Beschreibung der Motivation ist ein Ablaufschema zu erstellen. Dies beinhaltet i.d.R. die Beschreibung der Verdachtsstellen sowie die daraus resultierende Planung der Probenahme. Für die oben beschriebenen Anwendungen beschränkt sich dies beim Umgang mit SCCP fast ausschließlich auf Fugenmassen und Beschichtungen, welche dem Brandschutz dienlich sind. In außergewöhnlichen Bauwerken (z.B. Bergwerken, Industriebauten) ist die Betrachtung der Bauteile ggf. anzupassen. Grundsätzlich ist jedoch festzuhalten, dass sich die Verdachtsstellen auf die o.g. Anwendungen beschränken.

Auf Grundlage der Feststellung von Verdachtsstellen kann folgend ein Probenahmeplan verfasst werden. In diesem werden die Verdachtsstellen festgehalten und der Untersuchungsumfang festgelegt. Da SCCP aufgrund ihrer Eigenschaften homogen im Material verteilt sein sollten, ist davon auszugehen, dass es nicht nötig ist mehrere Proben einer Anwendung der Analyse zuzuführen. Als Beispiel hierfür dienen Gebäudedehnungsfugen. Eine, in einem Stück eingebrachte, 100 Meter lange Fuge wird aus einem Material bestehen. Somit ist hier eine Materialprobe ausreichend. Drei verschiedene Fugen (bspw. zwischen verschiedenen Bodenplatten) können jedoch aus unterschiedlichen Materialien bestehen, sodass hier von jeder Fuge eine Einzelprobe erforderlich ist.

Die aus den Verdachtsstellen entnommenen Materialproben sind einer chemischen Analyse zuzuführen. Mittels dieser Analyse soll festgestellt werden, ob der Verdacht stichhaltig ist oder verworfen werden kann. Aufgrund des vorhandenen Grenzwertes der EU ist weiter in der Analytik abzuklären, wie hoch der SCCP-Gehalt im Material ausfällt. Je nach Ergebnis ist die Anwendung/ das Bauteil als gefahrstoffhaltig einzustufen. Die Analytik der Probe sollte von einem Akkreditierten und unabhängigen Labor durchgeführt werden. Somit werden Verbindlichkeiten ausgeschlossen. Die Methodik der Analyse ist vor Beginn detailliert zu beschreiben und mit den anerkannten Regeln der Technik abzustimmen.

Als Standardverfahren kann hier das Verfahren nach DIN EN ISO 22818 herangezogen werden. Da das vermeintlich größte Problem der Analytik auf CP auf Referenzproben zurückzuführen ist, sollte diesbezüglich zunächst ein einheitlicher Standard festgelegt werden. Der Chlorierungsgrad, respektive der Chlorgehalt des Materials, ist für die Festlegung der Entsorgungswege von signifikanter Bedeutung. Gegenwärtig gibt es zu diesem Thema jedoch keine validen Grenzwertermittlungen.

Chemisch betrachtet ist jedoch nachgewiesen, dass mit steigendem Chlorgehalt des Gesamtproduktes auch die Gefahr der Dioxinbildung bei der Verwertung steigt. Dieser Aspekt ist insbesondere für die thermische Beseitigung von großem Interesse. Um hier einen einheitlichen Standard zu definieren existieren diesbezüglich zurzeit nicht genügend Daten.

Aus diesem Grund ist hier weiterer Forschungsbedarf angezeigt. Zusammenfassend lässt sich also zum Themenkomplex Analytik aussagen, dass ein Akkreditiertes Analyzelabor die qualitative und quantitative Bestimmung des SCCP-Gehaltes mittels des Verfahrens der DIN EN ISO 22818 bestimmen sollte. Ferner sollte zur Festlegung der Entsorgungsmöglichkeiten im gleichen Zuge der Chlorgehalt des Materials mitbestimmt werden.

Nach Erhalt der Ergebnisse der labortechnischen Analysen ist eine Bewertung vorzunehmen. Hierbei sollten zum einen der analytische Befund und zum anderen die daraus folgenden Herangehensweisen bewertet werden.

Bei der Beurteilung des analytischen Befundes gibt es drei mögliche Aussagen:

1. Das Material enthält SCCP oberhalb des Grenzwertes
2. Das Material enthält SCCP, jedoch unterhalb des Grenzwertes
3. Das Material enthält labortechnisch nachgewiesen kein SCCP

Sollte das untersuchte Material CP-Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes aufweisen, ist dieses grundsätzlich als Gefahrstoff zu deklarieren. Hieraus folgen dann Festlegungen für den weiteren Umgang mit dem spezifischen Bauteil/ bzw. der spezifischen Anwendung. Diese reichen vom direkten Umgang über die zu treffenden Schutzmaßnahmen bis hin zur Beschreibung der Entsorgungswege. Diese festgelegten Maßnahmen sollten auf konkret auf die jeweilige Anwendung zugeschnitten sein. Beispielsweise werden bei einer Fugenmasse andere Maßnahmen nötig als bei einer Beschichtung. Bei dieser Beurteilung ist zwischen Baustoff und Abfall zu differenzieren. Die CLP-Verordnung schreibt für die Einstufung von gefährlichem Abfall einen Grenzwert von 1,0 Gewichtsprozent vor. Somit gelten verschiedene Grenzwerte zur ganzheitlichen Beurteilung des Materials (0,15 Gewichtsprozent als Baustoff, 1,0 Gewichtsprozent als Abfall). Aus diesem Grund ist eine eindeutige quantitative Angabe des Gehaltes von signifikanter Bedeutung. Ferner ist auch hier für die Beurteilung ein Querverweis zur Motivation zu bilden. Der Abfallgrenzwert wird lediglich erforderlich, sofern das Material ausgebaut werden sollte. Zusammenfassend ist also festzuhalten, dass mit Blick auf die Motivation und der labortechnisch nachgewiesenen SCCP-gehalte speziell auf die Anwendung zugeschnittene Maßnahmen festzulegen sind.

Diese Erkenntnisse sind gründlich zu dokumentieren. Der Rahmen eines Gebäudegefahrstoffkatasters bietet sich hierfür besonders an. Ferner sind die Erkenntnisse mit der im Probenahmeplan festgelegten Strategie zu vergleichen. Hierdurch „verbessert“ sich die Arbeitsweise kontinuierlich und kann auch für zukünftige Projekte weiter detailliert werden.

Sofern die labortechnische Analyse ergibt, dass das Material SCCP enthält, jedoch in Konzentrationen von $\leq 0,15$ Gewichtsprozent, ergeben sich nach derzeitigen Rechtsvorschriften keine weiteren Maßnahmen. Bevor dieses Material jedoch „arglos“ behandelt wird, sollte eine historische Betrachtung stattfinden. Aufgrund der relativen geringen Mobilität von CP weisen diese kaum potential auf, aus Materialien auszugasen.

Weiter sind bei o.g. Anwendungen Gehalte von bis zu 15% im Material zu erwarten. Hier entsteht ein Konflikt zwischen Ergebnis und Erwartung. Aus diesem Grund ist in solchen Grenzfällen eine Kontrolle erforderlich. Diese kann entweder durch die erneute Materialprobenahme an einer anderen Stelle am gleichen Bauteil oder durch eine Zweitanalytik gewährleistet werden. Sollten diese Kontrolluntersuchungen ein vergleichbares Ergebnis liefern, kann von einer technischen Verunreinigung ausgegangen werden. Da diese sich dann unterhalb der Grenzwerte befindet, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Ergibt die labortechnische Analyse, dass das untersuchte Material keinerlei SCCP-Gehalte aufweist, sind keine weiteren Maßnahmen zu treffen.

Auch diese vermeintlich negativen Befunde sollten im Rahmen eines Gebäudegefahrstoffkatasters dokumentiert werden.

Im Nachgang an die technische Erkundung der Verdachtsstellen sind diese, in jedem der o.g. motivationsbedingten Fällen, im Rahmen eines Gebäudegefahrstoffkatasters oder in Berichtform zu dokumentieren. Ferner sollten die Ergebnisse verglichen werden mit der Ersteinschätzung.

Zur praktischen Anwendung wird diese Handlungsempfehlung in tabellarischer/schematischer Form im Anlage I zur Verfügung gestellt. Die Anwendung dieses Schemas bedarf jedoch einer ausreichenden Kenntnis über den Stoff CP sowie seiner Verwendungen, gesundheitlichen Auswirkungen sowie stofflichen Eigenschaften.

7 Schluss

Im Folgenden Schlussteil dieser Arbeit werden in einem ersten Schritt die Kapitel kurz zusammengefasst. Dies dient dem Zweck, kurz und prägnant den Inhalt zu reflektieren und zu rekapitulieren. Anschließend an die Zusammenfassung der Kapitel folgt ein Fazit. Dieses Fazit hat die Funktion, die relevanten Ergebnisse dieser Arbeit schlussfolgernd zusammenzufassen. Ferner wird betrachtet, ob die angestrebte Handlungsempfehlung dem angedachten Zweck und der Verwendung dienlich ist. Anschließend wird die Herangehensweise bei Erstellung dieser Arbeit auf Optimierungspotentiale untersucht. Diese werden aufgezeigt und beschrieben.

7.1 Zusammenfassung der Kapitel

Das Einleitende Kapitel beschreibt grundlegend die Motivation zur Erstellung dieser Arbeit. An die Beschreibung der Motivation anschließend wird in der Zielsetzung definiert, welchem Zweck dieser Arbeit dienen soll. Hierzu wird kurz die Problemstellung erläutert und ein Lösungsweg vorgeschlagen. Beendet wird das erste Kapitel mit der Beschreibung des Aufbaus und der gewählten Methodik.

Kapitel 2 befasst sich mit den nötigen Grundlagen zu dieser Arbeit. Hier werden die dem Verständnis dienlichen Begriffe erläutert sowie ein Rahmen für ein Informationsschema etabliert. Im theoretischen Teil dieser Arbeit (Kapitel 3 – Literaturrecherche) werden alle relevanten Informationen, zur Erstellung der Handlungsempfehlung, ermittelt und in dem in Kapitel 2 etablierten Informationsschema eingepasst. Beginnend werden zunächst Chlorparaffine beschrieben sowie die Produktion und Verwendungen definiert. Daraufaufgehend werden die rechtlichen Grundlagen zu CP beschrieben und zusammengefasst. Abschließend wird der Themenkomplex Analytik beschrieben.

Die Forschung dieser Arbeit stellt Kapitel 4 dar. Hier wird zunächst beschrieben, aus welchem Grund die Methode der Experteninterviews gewählt wurde und wie diese durchgeführt werden sollen. Weiter werden die zu Interviewenden Experten vorgestellt. Daraufaufgehend wird beschrieben, wie die Fragestellungen erarbeitet wurden. Abschließend werden die Interviews unter Zuhilfenahme der angefertigten Transkription zusammengefasst. Chronologisch ist dies so aufgebaut, dass zunächst der Kollege aus der Branche der „Sachverständigen“ vorgestellt wird und anschließend Herr Krauß als Repräsentant der Labordienstleiter.

Im Folgenden Kapitel 5 werden die, für die Handlungsempfehlung relevanten, Ergebnisse und Parameter aus der Literaturrecherche und den Experteninterviews verglichen, kombiniert und zusammengefasst.

Aus diesen Informationen entsteht in Kapitel 6 eine Handlungsempfehlung zum Umgang mit Chlorparaffinen an Gebäuden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zu diesem Zweck in ein Ablaufschema integriert, welches an das Schema der VDI 6202 Bl.3 angelehnt wurde.

7.2 Fazit

Diese Arbeit stellt deutlich klar, dass der Umgang mit Chlorparaffinen als Gebäudegefahrstoff zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausreichend beschrieben ist. Die aus der Recherche hervorgehenden Erkenntnisse, welche sich größtenteils mit den Informationen der Experten deckten, zeigten auf, dass dies überfällig ist.

Chlorparaffine sind ein Gefahrstoff. Nach einschlägigen, genannten, Definitionen scheint dieser Umstand eindeutig. Da CP nachweislich in Gebäuden systematisch verbaut worden sind, sind sie aus diesem Grund weiter als Gebäudegefahrstoff zu betiteln. Der Umgang mit CP als Gebäudegefahrstoff steht dem Umgang mit gängigen Gebäudegefahrstoffen jedoch deutlich zurück. Dies ist vor allem auf die uneindeutige Rechtslage in Deutschland zurückzuführen. Dieser Umstand wird verstärkt durch die Unbekanntheit des Stoffes. Die Recherchen haben gezeigt, dass der Beginn des Umgangs mit einem potentiellen Gefahrstoff oftmals nach diesem Schema abläuft. Aus diesem Grund ist klar von einem mangelndem politischen Verhalten im Umgang mit Gefahrstoffen zu sprechen. Die Wirkungsweise von CP ist auch gegenwärtig noch nicht vollständig bekannt. Die Forschung zur Toxizität beruht im Wesentlichen auf vereinzelten, nicht gänzlich anerkannten, Versuchen einiger Institute. Hier zeigt sich ein hohes Optimierungspotential. In der labortechnischen Analytik sind CP etabliert. Dies wird vor allem deutlich darin, dass die Materialuntersuchung durch eine Normung des DIN beschrieben ist. Es ist anzunehmen, dass die Methodik der Analyse in der Zukunft weiter optimiert werden kann. Dies wird durch die Aussage von Herrn Krauß belegt. Für eine vollumfängliche Berücksichtigung von CP als Gebäudegefahrstoff ist weiter die Festlegung eines Innenraumrichtwertes für die Raumluft erforderlich. Mittels dieses Wertes könnten konkret Maßnahmen zum Nutzerschutz entwickelt werden. Hier besteht deutlicher Forschungsbedarf.

Aus diesen Umständen wird ersichtlich, dass eine Regelung in Form einer praxisorientierten Handlungsempfehlung zum Umgang mit CP hilfreich wäre. Einheitliche Regelungen sorgen für ein allgemeines Bekanntwerden sowie breite Akzeptanz in der Praxis. Sicher bedarf eine solche Regelung/ Handlungsempfehlung fortlaufender Optimierung, dennoch würde sie ein Bewusstsein schaffen.

Im Grundsatz ist die Herangehensweise an dieses Thema gut gelungen. Wie bereits beschrieben, wird dies annähernd so in der Praxis ebenfalls durchgeführt. Als problematisch hat sich herausgestellt, dass die in der Literatur verfügbare Informationsdichte zum gegenständlichen Thema als nur gering zu bezeichnen ist. Viele der im Literaturteil gesammelten Informationen sind zudem Internationalen Quellen zu entnehmen oder nur im Ausland gültig. Ferner hat es sich, zumindest aus meiner Sicht, als nahezu unmöglich herausgestellt, sich einen vollumfänglich Überblick über geltendes Recht zu verschaffen. Die Struktur der Rechtsprechung in der EU ist für Laien nicht nachvollziehbar. Als bedauerlich ist bezeichnen, dass es nicht möglich war, einen praxisorientierten Experten (Gutachter/ Sachverständiger) aus Deutschland für diese Arbeit zu gewinnen. Jedoch untermauert dieser Umstand die These, dass CP nahezu Unbekannt in der deutschen Gefahrstoffbranche sind.

7.3 Ausblick

Wie eingangs in der Zielsetzung definiert, soll diese Arbeit keineswegs als Regelwerk verstanden werden, viel eher als erster Anlauf, dieses Thema in den betreffenden Berufsgebieten bekannt zu machen. Die Handlungsempfehlung dient in erster Linie dazu, einen Überblick über CP zu erlangen. Die getroffenen Aussagen in dieser Arbeit zwar in den meisten Fällen rechtsicher, jedoch gerade in den Empfehlungen nicht. Um derartige Empfehlungen auszusprechen, bedarf es weiterer Experten, die sich hiermit beschäftigen. Dies beginnt bei der Betrachtung der Stoffbeschreibung durch Chemiker über die Betrachtung der humantoxikologischen Auswirkungen durch Mediziner oder Biologen bis hin zur detaillierten Feststellung der Rechtsprechung durch Juristen. Diese Liste ließe sich weiter fortführen. Mit dieser Arbeit ist lediglich der Rahmen vorgefertigt, in welchen noch weitere Informationen eingewebt werden müssen.

Im Sinne der Weiterentwicklung bzw. Etablierung dieses Themas ist auch der Umstand zu nennen, dass der VDI sich ab 2022 mit der Erstellung der VDI-Richtlinie 6202 Blatt 4 befassen wird. Diese Richtlinie wird im Wesentlichen auf der VDI 6202 Blatt 3 basieren, jedoch nicht bezogen auf Asbest, sondern auf SVOC. Zur Stoffgruppe der SVOC (schwerflüchtige organische Kohlenwasserstoffe) gehören u.U. auch die SCCP. Eventuell kann diese Arbeit in der Findungsphase unterstützend tätig sein.

8 Literaturverzeichnis

Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) (2011): Begründung zu chlorierte Paraffine in TRGS 900. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Bannasch, Peter u.a. (1990): Some Flame Retardants and Textile Chemicals, and Exposures in the Textile Manufacturing Industry. In IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Band 48

Bossemeyer, Hans-Dieter u.a. (2019): Schadstoffe im Baubestand – Mit Katalog nach Bauteilen und Gewerken. Köln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG

Bundes / Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, 2016. LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung. Version 3.0, 14.10.2016. Verfügbar unter: https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2017_08.pdf

Beratungsgesellschaft für Arbeits- und Gesundheitsschutz mbH, 2021. Schutzmaßnahmen. München: Beratungsgesellschaft für Arbeits- und Gesundheitsschutz mbH. Verfügbar unter: <https://www.bfga.de/arbeitsschutz-lexikon-von-a-bis-z/fachbegriffe-s-u/schutzmassnahmen-fachbegriff/>

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2002): Risikobewertung kurzkettiger Chlorparaffine als Textilhilfsstoffe für Bekleidung und vergleichbare Bedarfsgegenstände o.a.: BfR

Bollinger, Roman u. Randegger-Vollrath, Anke (2003): Kurzkettige Chlorparaffine – Stoffflussanalyse. In: Schriftenreihe Umwelt, Nr. 354

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2011): Begründung zu Chlorierte Paraffine in TRGS 900. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),

Diefenbacher, Pascal (2017): Chlorparaffine in Gebäuden. In: Gebäudeschadstoffe und Innenraumluft. Heft 2.2017

DocCheck Community GmbH, 2021. Oktanol-Wasser-Koeffizient. Köln: DocCheck Community GmbH, 20.09.2021. Verfügbar unter: <https://flexikon.doccheck.com/de/Oktanol-Wasser-Koeffizient>

DocCheck Community GmbH, 2021. Letaldosis. Köln: DocCheck Community GmbH, 12.01.2021. Verfügbar unter: https://flexikon.doccheck.com/de/Letaldosis?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch

DIN EN ISO 18635:2016-10, Wasserbeschaffenheit- Bestimmung kurzkettiger polychlorierter Alkane (SCCP) in Sediment, Klärschlamm und Schwebstoff- Gaschromatographisch-massenspektrometrisches Verfahren (GC-MS) und Anwendung negativer chemischer Ionisation und Elektroneneinfang (ECNI) (ISO 18635:2016), Stand 10.2016

Europäisches Parlament und der europäische Rat (2002): Richtlinie 2002/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 zur 20. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates hinsichtlich der Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (kurzkettige Chlorparaffine). Luxemburg: Europäisches Parlament und der europäische Rat

Europäisches Parlament und der europäische Rat (2008): Richtlinie EG Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. Luxemburg: Europäisches Parlament und der europäische Rat

ESWI (2011): Final Report. Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. München: ESWI (Expert Team to Support Waste Implementation)

European Chemicals Agency (2019): Substance Evaluation Conclusion As required by REACH Article 48 And Evaluation Report for Medium-chain chlorinated paraffins / alkanes, C14-17, chloro. Helsinki: European Chemicals Agency

Fiedler, Heide Lore (2010): Short-Chain Chlorinated Paraffins: Production, Use and International Regulations. In: The Handbook of Environmental Chemistry, Band 10. Springer, Berlin, Heidelberg

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG), Stand 23.10.2013

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrwG), Stand 24.02.2012,

Hamburgische Bauordnung (HBauO), Stand 14.12.2005

- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), 2011. GESTIS-Stoffdatenbank. Polychlorierte Biphenyle. Sankt-Augustin: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), 2011. Verfügbar unter: <https://gestis.dguv.de/data>
- Kimbrough u.a. (1978): Animal Toxicology. In Environmental Health Perspectives, Band 24
- Lehnik-Habrink, Petra u.a. (2005): Erarbeitung und Validierung von Verfahren zur Bestimmung von polychlorierten Biphenylen und polychlorierten Terphenylen in organischen Materialien. Berlin: Umweltbundesamt
- Lumitos AG, 2021. Paraffin. Berlin: Lumitos AG. Verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Paraffin.html>
- Lumitos AG, 2021. Alkane. Berlin: Lumitos AG. Verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Alkane.html>
- Lumitos AG, 2021. Paraffin. Berlin: Lumitos AG. Verfügbar unter: https://www.chemie.de/lexikon/Radikalische_Substitution.html
- Leisewitz, André u.a. (2003): Orientierende Messungen gefährlicher Stoffe – Landesweite Untersuchung auf organische Spurenverunreinigung in hessischen Fließgewässern, Abwässern und Klärschlämmen – Teil 6.19: Kurzkettige Chlorparaffine. Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- Ludewig u.a. (2013): Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 107. Lyon: IARC
- Legler, Juliette u. El-Sayed, Tamer (2010): Chlorinated Paraffine - Overview of the Mammalian and Environmental Toxicity of Chlorinated Paraffins. Berlin
- LUBW- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2021. Mittelkettige Chlorparaffine (MCCP) (UVCB-Stoffe bestehend aus mehr als oder gleich 80 % linearen Chloralkanen mit Kohlenstoffkettenlängen im Bereich von C14 bis C17). Karlsruhe: LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 26.07.2021. Verfügbar unter: <https://www.reach.baden-wuerttemberg.de/-/mittelkettige-chlorparaffine-mccp->
- Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2012. Humantoxikologie PCB Dioxine-LFU-RLP. Humantoxikologische Wirkungen der Dioxine und dioxinähnlichen Verbindungen/PCB einschließlich Referenzwerte aus Human Biomonitoring und Innenraumluft. Trier: LFU-RLP, 31.05.2012. Verfügbar unter: https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Downloads/Mainzer_Arbeits-tage/Dr._Michels.pdf
- Musterbauordnung (MBO), Stand 21.09.2012

OELCHECK GmbH, 2021. Soxhlet-Apparat - Analyse des Ölgehaltes in Schmierfetten. Brannenburg: OELCHECK GmbH.

Verfügbar unter: <https://de.oelcheck.com/wiki/soxhlet-apparat-analyse-oelgehalt-schmierfett/>

OSPAR Commission, 2021. OSPAR Convention. London: OSPAR Commission.

Verfügbar unter: <https://www.ospar.org/convention>

OSPAR Secretariat, 1995. PARCOM Decision 95/1 on the Phasing Out of Short Chained Chlorinated Paraffins. OSPAR (1995)

Verfügbar unter: <https://www.ospar.org/convention/agreements?q=95/1>

Risk & Policy Analysts Limited, 2010. Evaluation of Possible Restrictions on Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs). Final Report. Norfolk: Risk & Policy Analysts Limited.

Verfügbar unter: <https://www.informea.org/en/evaluation-possible-restrictions-short-chain-chlorinated-paraffins-sccps-final-report>

Richtlinie des Rates vom 27.07.1976 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen, 76/769/EWG. Luxemburg: Europäisches Parlament und der europäische Rat

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 905, Arbeitsplatzgrenzwerte, Stand Januar 2006

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900, Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe, Stand März 2016

Tomy G.T. (2009) Analysis of Chlorinated Paraffins in Environmental Matrices: The Ultimate Challenge for the Analytical Chemist. In: Chlorinated Paraffins. The Handbook of Environmental Chemistry, Ausgabe 10

Umweltbundesamt, 21.07.2007: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten. Handreichung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. Umweltbundesamt über Springer Medizin Verlag. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Handreichung.pdf>

United Nations (2021): Proposal to list chlorinated paraffins with carbon chain lengths in the range C14-17 and chlorination levels at or exceeding 45 per cent chlorine by weight in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Genf: United Nations

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2021): VDI 6202 Blatt 3 – Schadstoffbelastete bauliche und technische Anlagen – Asbest- Erkundung und Bewertung. Düsseldorf. Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.07.2019 über persistente organische Schadstoffe, Stand 20.07.2019

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), Stand 21.07.2021

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV), Stand 10.12.2001

Vantage Leuna GmbH, 2021. Chlorparaffine. Leuna, Vantage Leuna GmbH. Verfügbar unter: <https://www.vantage-leuna.de/chlorparaffine/>

Verordnung (EU) 519/2012 der Kommission vom 19.07.2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich des Anhangs 1. Stand 19.07.2012

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (Baustellenverordnung – BauStellV), Stand 27.06.2017

Wikipedia Foundation Inc, 2015. PCB-Kongonere (m=0,1,2,3,4 oder 5; n=0. San Francisco: Wikipedia Foundation Inc. Verfügbar unter: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/PCB_allgemeine_Strukturformel.svg/2000px-PCB_allgemeine_Strukturformel.svg.png

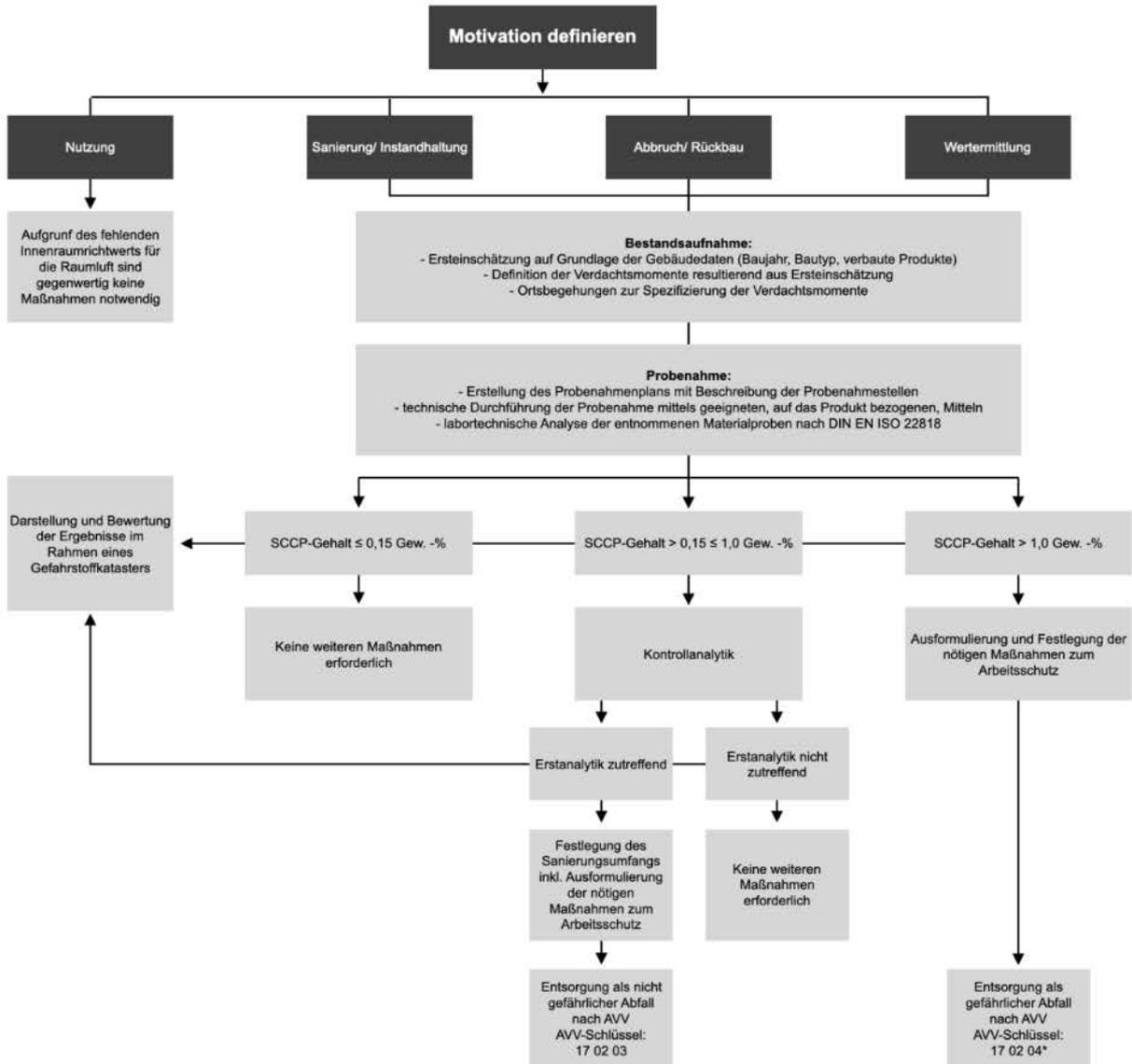
World Health Organization, 2021. Environmental Health Criteria 181. Chlorinated Paraffins o.a. Verfügbar unter: <https://incem.org/documents/ehc/ehc/ehc181.htm#PartNumber:9>

Zwiener, Gerd u.a. (2014): Schadstoffe in Innenräumen und an Gebäuden – Erfassen, bewerten, beseitigen. Köln: Gesamtverband Schadstoffsanierung e.V.

Anlage I: Handlungsempfehlung zum Umgang mit SCCP

1. Stoffbeschreibung:
<ul style="list-style-type: none">• chlorierte Alkane (Chlorgehalt zw. 40-70%) mit variabler Kettenlänge (C₁₀-C₁₃)
2. chemische/ physikalische Eigenschaften:
<ul style="list-style-type: none">• bioakkumulativ• persistent• schwer wasserlöslich• lipophil• schwer entflammbar
3. toxikologische Einstufung:
<ul style="list-style-type: none">• Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (Kat.2)• dermales/ orales Reizungspotential• chronisch Leber/ Nierenschädigend
4. gesetzliche Grenzwerte:
<ul style="list-style-type: none">• als Anwendung/ Baustoff > 0,15 Gew.-% nicht zugelassen• als Abfall > 1,0 Gew.-% Einstufung als gefährlicher Abfall
5. Verwendungen:
<ul style="list-style-type: none">• Additiv in dauerelastischen Fugendichtungsmassen• Additiv in Lacken/ Beschichtungen, welche dem Brandschutz dienen
6. vorgeschlagene Maßnahmen zum Arbeitsschutz:
<ul style="list-style-type: none">• Bedeckung der Augen (Schutzbrille)• Bedeckung des Mundes (Atemmaske vgl. FFP3 oder höher)• Schutz der Haut (Handschuhe o.ä.)
7. Entsorgung nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV):
<ul style="list-style-type: none">• ≤ 1,0 Gew. -%: Entsorgung nach AVV-Schlüssel 17 02 03, Kunststoff• > 1,0 Gew. -%: Entsorgung nach AVV-Schlüssel 17 02 04*, Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

Anlage I: Handlungsempfehlung zum Umgang mit SCCP



Anlage II: Transkription des Interviews mit Herrn Jehle

Transkript Interview Herr Jehle, 02.12.2021, 16:00 – 17:30 Uhr

Beginn 16:00 Uhr

Patrick Peetz: Guten Tag. Ich starte denn jetzt die Aufnahme. Ich fange direkt an. Würdest du dich nochmals kurz vorstellen?

Herr Jehle: Mein Name ist Clemens Jehle, ich bin diplomierter Chemiker und habe eine Zusatzausbildung für Bauökonomie und Baubiologie und bin seit über 30 Jahren im Bereich Gebäudeschadstoffe tätig. Ich habe ab Ende der 80er bereits mit Asbest und anderen regulierten Schadstoffen zu tun gehabt. Zuerst in der Industrie und dann ab Mitte der 90er Jahre im Vollzug an staatlicher Stelle, Kanton Basel-Land war das. Vier Jahre war ich dort tätig. Auch mit Marktüberwachung in Bezug auf Verbot Asbest und Verbot PCB und Verbot anderer Schadstoffe. Also nicht nur Bauschadstoffe, sondern generell was diese verbotenen Inhaltsstoffe anbelangt. Ich hatte auch immer wieder mit der Wohngiftthematik zu tun. Einerseits mit Asbest, aber auch mit Holzschutzmitteln. Dann die fachbewilligungspflichtigen Stoffe, da gehören zum Beispiel die Kältemittel dazu, Pestizide. Das war damals im Vollzugsbereich mit der sogenannten Fachbewilligung. Also Berufstätige durften damals mit einer Fachbewilligung damit arbeiten. Nach diesen vier Jahren bin ich dann zurück in die Privatwirtschaft für ein Ingenieurbüro für gutachterliche Tätigkeiten im Bereich Altlasten und Sonderabfälle. Das habe ich zwei Jahre gemacht und habe dann diesen Bereich Altlasten und Bauschadstoffe in einem Spinn-Off ausgekauft und meine eigene Firma gegründet. Das war vor 22 Jahren und seitdem bin ich mit dieser Firma unterwegs.

Patrick Peetz: Alles klar. Das ist denn direkt auch schon die erste Frage, die ich dir stellen wollte: Wie lange du dich damit bereits beschäftigst. Zusammengefasst sag ich mal bist du seit 30 Jahren in diesem Bereich tätig.

Herr Jehle: Ja genau, eigentlich sind es mittlerweile genau 34 Jahre in denen ich mich mit dem Asbest herumschlag. Beruflich, vorher auch handwerklich jedoch anders.

Patrick Peetz: Sehr schön. Wann hat es in der Schweiz mit der Betrachtung von CP angefangen und aus welchem Grund wurden diese zu diesem Zeitpunkt so fokussiert betrachtet?

Herr Jehle: Also begonnen hat es eigentlich mit der PCB Thematik wie vielerorts in Europa auch. Ich selbst hab den Kontakt mit der Chlorparaffinthematik in der Phase gemacht, wo ich beim Amt für Umwelt tätig war, in der Mitte der 90er Jahre. Da gabs das PCB-Kataster ein Thema im Vollzug. Da ging es nicht um die offenen Anwendungen von PCB sondern um die geschlossenen Anwendungen. Sprich Transistoren und Kondensatoren. Da gab es in der Schweiz ein Kataster für und der Kanton hat dieses Kataster aufgebaut und gepflegt.

Bei den offenen Anwendungen war das zu Beginn noch nicht groß Thema aber der Kanton Basel-Land hat frühe, eben Mitte der 90er bereits, die Idee gehabt eine PCB-Richtlinie zu verfassen, um den Umgang mit PCB-haltigen Materialien besser zu regeln. Hierbei sind wir bei den ganzen toxikologischen Abklärungen und auch der Abklärungen der Herkunft des PCB's, welche Hersteller es gab, darauf gestoßen, dass die CP's die PCB's substituiert haben. Zumindest einen Teil davon. Damals war schon bekannt, dass die ebenfalls schwer abbaubar sind, also bioakkumulierbar, und in gewissen Bereichen ähnliche Eigenschaften aufweisen wie die PCB auch. Nicht die gleiche Einstufung, was die Humantoxizität angeht, aber dennoch eben ökotoxisch. Deshalb wurde es quasi mitgenommen, in die PCB-Richtlinie. Dies führte dazu, dass die PCB-Richtlinie, die 2004 publiziert wurde. Dort gibt es einen Abschnitt zu den CP. Also das wurde schon damals mit geregelt, dass auch die CP mit untersucht werden sollten. Mitte 2000er ist es dann so gewesen, dass die Laboratorien eine Aufforderung erhalten haben, von der nationalen Umweltbehörde neben den PCB gleich auch die CP mitzumessen. Es gab zwar noch keine Vollzugsregelung, wie damit umzugehen ist im Detail, aber der Bund wollte, da es die gleiche Extraktion und Aufbereitung war, gleich diese Information mit haben, sodass man sich ein Bild machen konnte. Wenn man nun etwas beprobt auf PCB konnte man so Analyseaufwand sparen, indem es später, wenn diese Regelungen da sind, nochmals beproben musste. So konnte der ganze diagnostische Aufwand deutlich reduziert werden. Das war ein cleverer Schachzug muss ich sagen. Hierdurch hat man sehr viele Daten gewinnen können, also quasi nebenbei, ohne dass man dort im Vollzug Druck aufbauen musste. Dabei hat sich auch schnell gezeigt, dass es oft so war, dass wenn kein PCB in den Fugendichtungsmassen gefunden wurde, dass eben die CP vorhanden sind und, ja dann wurde es kompliziert. Also von daher, Mitte der 90er hat eigentlich die Diskussion begonnen, also unter den Fachleuten, nicht in der Öffentlichkeit. Das war damals absolut kein Thema. Es war wirklich nur in einem kleinem Fachgremium Thema. Bei gewissen Vollzugstellen auch die sich näher mit der Thematik PCB und Fugendichtungsmassen primär auseinandergesetzt haben. Und dann sicher auch noch beim Bund, die ja für die Zulassung von Stoffen die Bewilligungen ausstellen und die Schadstoffbeurteilung gemäß REACH-Verordnung vornehmen. Da hat es auch noch Fachleute gehabt, die sich damals bereits mit dem CP befasst haben. Ich selbst hatte mit dem nichts zu tun. Ich wusste einfach nur dass es vorhanden ist und das irgendwann eine Regelung folgen sollte.

Patrick Peetz: Dann ist die Frage drei ja auch direkt damit geklärt, dass ihr darauf aufmerksam geworden seid in dem Rahmen. Das passt jetzt auch schon zur nächsten Frage. Meine vierte Frage ist: Welchen Stellenwert haben Gebäudegefahrstoffe in der Schweiz allgemein? Ist es rechtlich verpflichtend Gebäude zu untersuchen? Wenn ja, in welchen Fällen? Das passt ja zu dem was du gerade erzählt hast. Da möchte ich noch eine halbe Frage mit anschieben. Wenn du sagst, das Thema ist in der Öffentlichkeit noch nicht so bekannt. Könntest du auch ein zwei Worte dazu erzählen wie das in der Öffentlichkeit, also nicht unter den Fachleuten, ist? Wie die so mit Gebäudegefahrstoffen umgehen? Zum Beispiel ist es in Deutschland ja so, dass wenn das Wort Asbest fällt, wird direkt alles in Bewegung gesetzt.

Das kennt jeder. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute PCB schon wieder kaum kennen werden. Ist das in der Schweiz anders?

Herr Jehle: Nein, das ist vergleichbar. Auch bei den Bauleuten ist PCB zwar geläufiger aber dennoch. Wenn wir eine Schulung ausrichten für Schadstoffsanierer, Asbestsanierer, Architekten oder Planer oder sonstige.

Asbest hakt jeder direkt ab, so nach dem Motto: Ja, kennen wir. Darüber haben wir schon was gelesen oder was gehört. Es wissen auch etwa die Hälfte, dass es ein Naturstoff ist was in Gestein vorkommt und das es über die Atemluft kritisch ist. PCB, nur noch Fragezeichen. Es wissen die meisten nicht, was das ist. Vielleicht noch die Elektriker, wenn sie mit Transformatoren oder ähnlichem zu tun hatten, da gibt es den einen oder anderen. In der nächsten Generation, also ich spreche da die unter 40-Jährigen an, da kann man das vergessen. Da weiß kaum jemand irgendwas drüber. Ich muss aber nachschieben, zur Frage 3. Wenn ich von Fachkreisen spreche, oder gesprochen habe vorhin, dann war das nicht die Gebäudediagnostikerbranche. Sondern es war innerhalb dieser Branche ein Grüppchen, ich sag jetzt mal vielleicht etwas überengagierte oder besonders interessierte oder eben auch die, die beruflich wirklich an solchen Richtlinien gearbeitet haben. Die die einfach nur Gebäude untersucht haben, die meisten haben das nicht auf dem Radar gehabt. Also die CP. Damals gab es auch keinen Niederschlag in den entsprechenden Vorschriften was die CP angeht. Also auf der Ebene Gesetz oder Verordnung war CP damals noch kein Thema. Nur in dieser PCB-Richtlinie. Und dort auch nur in einem Nebensatz, bzw. einem Nebenabschnitt. In einer Verordnung, erstmals geregelt, wurden CP in der ChemRRV, das ist die Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung. Das Verbot wurde 2004 erlassen mit Gültigkeit ab 01.01.2005. Ab dort waren die kurzkettigen Chlorparaffine verboten in der Schweiz. Das war im Zuge einer Anpassung an das EU-Recht.

Patrick Peetz: An die Richtlinie von 2002 meinst du? Die EG 2002/45.

Herr Jehle: Genau. Wobei nur die short-chains, die anderen hat man ausgeblendet und weiter auch zugelassen. Da gab es keine Regelung für, bis heute nicht. Es gab denn etwa zwei Jahre, wo nicht klar war, wie es umgesetzt werden soll, weil die Analytik Schwierigkeit machen sollte. Ohne da ins Detail zu gehen ist das Problem die Kalibration da keine Standards verfügbar sind auf dem Markt. Weiter ist es enorm schwer, aus der riesigen Menge an Kongeneren bei den CP, anders als bei den PCB, wo man 6 eindeutige definiert hat, um repräsentativ mit einem bestimmten Faktor auf die Gesamtmenge zu rechnen. Das ist bei den Chlorparaffinen halt nicht ganz so einfach. Deshalb gibt es auch Abweichungen, wenn verschiedene Labore mit verschiedenen Methoden arbeiten. Die Abgrenzung zwischen medium und short ist denn auch nicht mal eben gemacht, das äußert sich dann in einer gewissen Messunsicherheit.

Patrick Peetz: Ja gut. Jetzt haben wir über die Gebäudegefahrstoffe in der Schweiz allgemein gesprochen. Jetzt würde ich gern erfahren, wie die Gewichtung von durchgeführten Analysen auf CP im Vergleich zu anderen Gebäudegefahrstoffen ist. Gerne einmal allgemein Gebäudegefahrstoffe und einmal direkt bezogen auf PCB, da das ja, wie du auch bereits erwähnt hast, als Ersatzstoff dafür diente.

Herr Jehle: Ja Okey. Denn hol ich zunächst mal noch etwas mehr aus. Als die Chlorparaffine in der ChemRRV geregelt wurden, waren eigentlich nur 3-4 Kantone auch wirklich willens, dass auch auf die Bauschadstoffe anzuwenden. Also es waren Basel-Stadt, Basel-Land, Zürich, Bern, zumindest eine Zeit lang, dann Genf noch und weitere müsste ich nochmal recherchieren. Aber es waren so ziemlich die 5 engagierten, so kann man das gut ausdrücken. Die anderen Kantone wollten von dem eigentlich nichts wissen. Hauptsächlich wegen der Problematik mit der Analytik. Die haben damals gesagt, solange das nicht wirklich sicher ist und das nicht mit einer genügenden Genauigkeit ermittelt werden kann lassen sie lieber die Finger davon. Es gab dann auch noch Unklarheiten, was überhaupt genau untersucht werden soll. Sind es nur die Fugendichtungsmassen oder auch Anstrichstoffe, Beschichtungen, Kunststoffmaterialien und so weiter, es gibt da ja ganz viele Anwendungen von, muss man das jetzt auch noch untersuchen. Die fünf Kantone, die ich vorhin erwähnt hab, die haben gesagt: da es ja sowieso mit derselben Analytik gelaufen ist wie mit den PCB, dann machen wir das. Und wir wissen, dass es ökotoxisch ist, also wollen wir das auch aus dem Stoffkreislauf, wenn der Abfall anfällt, heraushaben und nicht zu einer zusätzlichen Umweltbelastung führen lassen. Hinzu kommt, dass die Sanierungstechnik auch relativ einfach ist, überschaubar, also nicht vergleich jetzt mit dem Asbest wo mit einem sehr hohen Aufwand herangegangen werden muss. Es gibt meistens pragmatische Lösungen, zumindest bei den Fugendichtungsmassen, da ist es relativ einfach das zu einem großen Teil entfernen zu können. Und das war wirklich ein pragmatischer Ansatz, das Wort wird hier in der Schweiz sehr viel verwendet. Auch auf Fachtagungen gelten wir Schweizer immer als Vertreter der pragmatischen Lösungen. Also auch ohne, dass man das Überreguliert, in dem man sagt: es ist einfach identifizierbar, 90-95% kann man einfach ausbauen und der Sonderabfallentsorgung zuführen. Also, einfach machen. Das haben dann eben diese fünf Kantone auch so praktiziert. Wenn ich nun auf die Diagnostikerbranche schaue, haben die Diagnostiker, die in diesen Kantonen tätig waren, den Fokus darauf gehabt, also das Material mitgenommen, mituntersucht und vollzogen, in anderen Kantonen war das kein Thema. Und wenn ich die Bedeutung, um auf die ursprüngliche Frage zurückzukommen, einordnen sollte, dann ist es: Nummer 1- Asbest, Nummer 2-Asbest und Nummer 3- Asbest und erst dann kommt noch etwas PCB und dann, in diesen fünf Kantonen, noch die CP. Das hat sich erst letztes Jahr geändert. Letztes Jahr gab es eine Vollzughilfe, die nach 4-5 Jahren Vorfassung inkraftgesetzt wurde, die die Ermittlungspflicht für die Bauschadstoffe präziser regelt. Es hat ein wenig Ähnlichkeit mit der VDI 6202 Blatt 3 für Asbest in Deutschland, die jetzt inkraftgesetzt wurde, aber viel breiter aufgestellt. Also nicht nur Asbest. Die Vollzughilfe regelt eigentlich, was in Bauabfällen wie ermittelt werden muss, und zwar alle Bauabfälle, also auch Betonbruch, Ziegel, Holz, Kunststoffe, Metalle,

Altglas und so weiter. Sie legt fest, dass es ein Entsorgungskonzept geben muss ab einer bestimmten Bausumme oder eines bestimmten Volumens. Und das auch eine entsprechend sortenreine Trennung des Materials erforderlich ist. Dort sind die CP auch explizit erwähnt, jedoch ausschließlich für Fugendichtungsmassen. Man hat also den Fokus daraufgelegt. Der Bund hat da Studien angefertigt und gesagt: wir wissen, dass es auch in Anstrichstoffen vorkommt, aber wenn man die Massen, die Frachten anschaut und die Verhältnismäßigkeit des Aufwands zur Entfernung von Anstrichen denn hat man gesagt, dass wir wieder bei der pragmatischen Lösung bleiben. Was einfach zu entfernen ist, das machen wir, was überproportional aufwendig ist, sanierungstechnisch, und noch nicht wirklich wesentlich ein Problem darstellt, von der Toxikologie her, das lassen wir sein.

Patrick Peetz: Im Zuge meiner Recherchen habe ich auch versucht, Statistiken über den Verbrauch von CP zu generieren und da ist es auch so, das ca. 75% des Gebrauchs im Bau auf Fugenmassen zurückzuführen ist. Dazu kommen dann noch Sonderfälle wie Förderbänder im Bergbau oder ähnliches. Lacke auch, wie du gesagt hast, aber es ein kleiner Teil der Gesamtmasse und dann auf der Anwendung auch ein sehr kleiner Massenanteil. Von daher kann ich diesen Ansatz gut nachvollziehen. Zusammengefasst würdest du also sagen, dass die Gewichtung eher der von PCB entspricht?

Herr Jehle: Genau, es gibt entweder einen Auftrag für Asbest oder einen Auftrag für alle Bauschadstoffe. Und dann ist es wirklich in dieser Reihenfolge: Asbest, PCB/CP, also als Paket, und dann kommen noch andere wie Holzschutzmittel oder PAK.

Patrick Peetz: Gut, Frage 6: Werden in den Untersuchungen unterschiede gemacht in SCCP, MCCP und LCCP. Hast du ja schon indirekt beantwortet, indem du gesagt hast, ihr sucht nach SCCP aber es sehr schwer das analytisch abzugrenzen.

Herr Jehle: Also sehr schwer würde ich nicht sagen, also zumindest unser Labor würde das nicht so sagen. Ich weiß das es gewisse Labore können und machen und andere machen es nicht. Es ist auch so, die Grenzwerte in der Schweiz für die Trennung des Materials ist relativ hoch angesetzt und wird angegeben als Chlorgehalt. Also nicht als SCCP selbst, da es eben eine bunte Mischung ist, es ist gar nicht so klar wieviel jetzt von welchem Einzelstoff dazu beigetragen wird, weil das Chromatogramm im Prinzip einen großen Haufen als Peak anzeigt. Aus diesem Grund wird es als Summer Chlor angegeben. Ja, und dann in einen mittleren Chlorgehalt umgerechnet. Vereinfacht gesagt, der Ansatz der da gelebt wird, was aber gut funktioniert und er Grenzwert ist auch nicht so tief wie beim PCB. Obwohl man analytisch eigentlich weiter runter könnte orientiert sich der Grenzwert auch an der Verbotsverordnung mit diesen, wenn ich es richtig im Kopf habe, 0,1%, also 10.000ppm.

Patrick Peetz: Das führt mich dann ja direkt zu nächsten Frage. Meinst du es sollte Grenzwerte für MCCP und vielleicht sogar für LCCP geben? Also bezogen auf Grenzwerte im Material. Wir kommen da nachher drauf zu sprechen, aber in der EU heißt es ja, SCCP

inverkehrbringen über 0,15 Gewichtsprozent ist nicht erlaubt, zumindest für spezielle Anwendungen. Meinst du solche Grenzwerte sollte es auch für MCCP und LCCP geben, immerhin werden die noch heutzutage in Deutschland hergestellt.

Herr Jehle: Ja genau. Da gibt es ein sehr interessantes Referat vom Herr Dr. Tremp anlässlich unserer Fachveranstaltung vom September. Er ist Mitglied in unserem Verband in der Schweiz. Die haben diese Thematik von den Produktionsmengen der short-chains aber auch von den medium-chains sehr schön aufgezeigt. Ich denke meine Meinung hierzu ist gar nicht so relevant, weil mich mit der Toxizität der CP nicht im Detail auseinandergesetzt habe. Ich kann das im Moment nur schwer einschätzen, wie relevant das jetzt ist. Meine Befürchtung ist nur, dass es so wie bei vielen Stoffen, auch bei PCB schon, falsch gelaufen ist. Das man gesagt hat: okay, jetzt haben wir einen Sündenbock, das PCB, das verbieten wir, geht dann auf einen Ersatzstoff und macht weiter, merkt dann zehn oder zwanzig Jahre später jetzt haben wir wieder ein Problem, wieder schwer abbaubar, wieder einen Stoff, der nicht ganz so harmlos ist und geht dann auf die nächste Stoffgruppe, in diesem Fall dann die MCCP und die LCCP. Somit kann man das Problem mit den verbotenen SCCP ja lösen. Diese Kette kann man beliebig fortsetzen und ich weiß nicht, ob das wirklich die Lösung ist. Es wird auch immer schwerer das auch nachzuweisen. Von daher, wenn ich dem Grundsatz folge, wie es das Umweltrecht eigentlich fordert, nämlich einen Stoff erst dann zuzulassen, wenn die Unbedenklichkeit nachgewiesen ist, dann gehört es geregelt. Weil in Bezug auf die MCCP und LCCP, in den Mengen, in denen es Heute verwendet wird, ist dies meiner Meinung nach nicht gegeben. Da würde ich auf keinen Fall eine Art Freipass für die Unbedenklichkeit dieser Stoffe herausgeben.

Patrick Peetz: Vorallem da es schon toxikologische Studien zu MCCP gibt, die sind zwar nicht so aussagekräftig, da nicht in solchen Mengen gelaufen wie zu anderen Stoffen, aber selbst da ist es schon nachgewiesen, dass MCCP beispielsweise umweltgefährdendes Potential aufweisen. Zumindest in Bezug auf Wasserrechtliche Belange. Und das zeigt ja auch ein erstes Indiz auf dafür, dass es eine ähnliche Wirkungsweise wie SCCP hat.

Herr Jehle: Genau. Es wird sich auch in der Nahrungskette akkumulieren, weil die Eigenschaften vergleichbar sind. Es wird ein wenig weniger mobil sein, aufgrund der Kettenlänge. Aber wo man jetzt da die rote Linie ansetzt und sagt: das ist jetzt nicht mehr tolerierbar, das müssen dann die entsprechenden Studien aufzeigen, die meines Erachtens nach einfach noch nicht vorliegen. Ich weiß lediglich, dass es Arbeiten gibt, Forschungsarbeiten auf dem Gebiet, die ausgelöst wurden durch die REACH Bestimmungen. Es gibt auf der Ebene der OECD Forschungsvorhaben, das kann ich jetzt nicht auswendig wiedergeben.

Aber der Herr Dr. Tremp, den ich vorhin erwähnt hatte, hat dies vorgestellt. Herr Tremp ist bei unserer nationalen Behörde zuständig für diese ChemRRV-regulierten Stoffe und auch Einblick hat in diese Arbeitsgruppen zwischen verschiedenen Ländern, die sich mit der Einstufung von solchen Stoffen beschäftigen. Aber im Grundsatz bin ich für eine Regulierung, weil ich

diese Art von Zulassung von Altstoffen, aber auch von Neustoffen, die wird aus meiner Sicht noch nicht genügend gelebt und streng gehandhabt. Also man gibt relativ schnell für ein bestimmte Produkt, eine bestimmte Anwendung eine Zulassung und merkt erst zwanzig Jahre später dass genau der Stoff für zehn andere Anwendungen auch gebraucht wird und das wird gar nicht neu beurteilt. Der Stoffflüsse stimmen hinten und vorne nicht mehr. In der ursprünglichen Betrachtung hat man vielleicht ein Segment gesehen und gesagt: Okey, das ist die Fracht und aus der Perspektive hat das vielleicht gepasst und ein überschaubares Risiko dargestellt aber das Beispiel mit dem CP zeigt es eigentlich sehr schön. Es wurde 2005 reguliert, damals gab es die ganzen Umweltabklärungen schon, da wurde bereits Mitte der 80er Jahre geregelt, dass die ökotoxikologisch und humantoxikologisch bewertet werden sollten, sie auf den Markt gebracht werden. Trotzdem hat man das nicht rechtzeitig erkannt. Also das wiederholt sich einfach immer wieder.

Patrick Peetz: Was denn für mich noch dazukommt ist, das wird denn vielleicht hier reguliert, oder in der EU, aber dennoch ist ja auch jetzt noch so das beispielsweise China im Jahr 600.00t SCCP produziert bzw. inverkehr bringt.

Herr Jehle: Ja genau. Aber diese Problematik wird vermutlich immer weiter bestehen.

Patrick Peetz: Es ist alles sehr schwer nachzuvollziehen. Na gut, ich möchte dich als nächstes fragen, wie du den Grenzwert der EU von 0,15 Gewichtsprozent im Material und 1,0 Gewichtsprozent im Abfall bewertest. Also zur Einstufung von SCCP. Dazu: Stoffe und Gemische die weniger als 0,15 Gewichtsprozent SCCP, was 150 mg/kg entspricht, aufweisen dürfen inverkehr gebracht werden. Wie bewertest du das? Vorallem in Bezug auf die Größenordnung.

Herr Jehle: Also ich schau das als sehr kritisch an. Ich find den Grenzwert relativ hoch. Mir ist klar, warum das so zustande gekommen ist, ich frag mich aber ob das immer noch Stand der Technik ist und bleiben soll oder ob der nicht noch weiter heruntergesetzt werden darf. Dabei muss aber auch wieder eine neue Bedenkung der verschiedenen Anwendungen und Frachten stattfinden. Auch der möglichen Migrationspfade, jetzt in die Umwelt oder aber die humantoxikologische Beurteilung. Wenn man die Produktionsmengen, insbesondere in China oder anderen asiatischen Ländern, anschaut, denn ist das Problem bei uns bestimmt nicht so groß wie in diesen Ländern, weil vermutlich nur ein Bruchteil dieser Mengen dann hier auch auf den Markt kommen. Nichtsdestotrotz ist das relativ hoch angesetzt. Für uns in der Schweiz ist es nicht so ein großes Problem, weil Abfälle, organische Materialien, mit solchen Inhaltsstoffen größtenteils der thermischen Verwertung zugeführt werden. Das ist auch der Hauptentsorgungsweg für die Fugendichtungsmassen.

Erst ab sehr hohen Konzentrationen wird es als Sonderabfall klassifiziert und in speziellen thermischen Anlagen mit besseren Nachweisgrenzen behandelt. Nicht wegen der CP oder PCB selbst, sondern das ist eine Frage der Dioxin-Thematik, die bei hohen Chlorgehalten relevant wird. Ich denke eben das ist ein wichtiger Unterschied. In anderen Ländern in Europa, und ich denke auch in Deutschland, geht ein großer Anteil von belasteten Stoffen immer noch

auf Deponien. Da muss denn auch eine andere Betrachtung, was die Umweltrelevanz angeht, herangezogen werden. Hier bin ich bei uns relativ entspannt, weil sowieso der größte Teil der thermischen Verwertung zugeführt wird. Und für diese Anlagen auch nachgewiesenen Maßen, auch mit den hohen Gehalten kein Problem auftreten soll. Die letzten Daten, Studien und Aussagen der Behörden, die diese Anlagen betreuen bestätigen das auch.

Patrick Peetz: Das stimmt schon. In Deutschland ist der häufigste Entsorgungsweg tatsächlich die Deponierung. Die thermische Verwertung ist hier noch relativ untergeordnet. Wobei, wenn ich jetzt meine Recherchen betrachte, sind CP-haltige Materialien eigentlich gut thermisch verwertbar. Ab ca. 200 °C fängt es bereits an, dass das Chlor sich löst und verflüchtigt. Und 200°C ist jetzt keine unmöglich erreichbare Temperatur. Theoretisch wäre es denkbar, dass es nicht der größte Aufwand sein sollte, die thermisch zu verwerten.

Herr Jehle: Das Problem ist eben die Dioxin-bildung. Bei hohen Chlorgehalten brauchst du Temperaturen deutlich über 900°C damit du die Dioxin-bildung wieder reduzieren kannst. Du musst im Prinzip dann sehr hohe Crack-Temperaturen haben, um diese komplexen Moleküle dann wieder knacken zu können. Sonst hast du im Abgasstrom sehr hohe Dioxin-Gehalte.

Patrick Peetz: Gut, das ist dann mit Sicherheit der ausschlaggebende Punkt für die Betrachtung. Okey. Der nächste Punkt geht auch auf die 1272/200, die CLP- Verordnung, ein. Dort sind SCCP eingestuft als Kategorie 2 krebserzeugend, das heißt der Verdacht auf eine krebserzeugende Wirkung beim Menschen liegt vor. Sonst haben SCCP humantoxikologisch nach CLP keine weitere Relevanz. Es gibt Studien, die Aussagen, die dort aber wohl keinen Einfluss fanden, dass SCCP eine akute Hautreizung auslösen könnten, was vermutlich auf das Chlor zurückzuführen ist, das hat es aber nicht mehr mit hineingeschafft. Im Prinzip sind sie nur eingestuft als verdächtig für krebserzeugende Wirkung. Wie denkst du darüber? Vorallem auch mit Betrachtung der Chlorgehalte und dem Vergleich mit PCB.

Herr Jehle: Also bei den PCB hast du sie flüssig und aus der Luft macht diese Einstufung Sinn. In der Fugendichtungsmasse, da habe ich schon unterschiedliche Einstufungen gehört von den Gefahrstoffexperten diesbezüglich. Bei uns ist klar, für den Umgang mit PCB-haltigen Materialien verlangen wir den entsprechenden Hautschutz. Auch Maßnahmen für den Personenschutz, wenn damit umgegangen wird. Es hat auch eine höhere Dringlichkeit bei der Beurteilung von Maßnahmen. Vorallem in sensiblen Bereichen, zum Beispiel in Schulen, Kindertagesstätten, Kindergärten oder lebensmittelverarbeitenden Betrieben. Bei den CP ist die Mobilität weniger groß. Dadurch gibt es einen Unterschied in der Bewertung. Zumindest in der Schweiz wird es so praktiziert. Beim PCB schaut man nicht nur das Bauteil selbst an, sondern auch die Migrationspfade in die Tiefe der umgebenden Bauteile einerseits, aber auch die Migration in den Luftpfad. Generell ist so der Konsens in der Schweiz, dass die CP kaum luftgetragen migriert werden. Aus diesem Grund gibt es auch keinen Richtwert für

CP für die Innenraumluft im Gegensatz zu den PCB. Soweit ich das mitbekommen ist das in Deutschland analog geregelt.

Patrick Peetz: Richtig. Es gibt jedoch einen Arbeitsplatzgrenzwert für MCCP. Kurioserweise keinen für SCCP.

Herr Jehle: Ich kann mir schon vorstellen, woran das liegt. Es gab auch einen deutschen Hersteller die ursprünglich noch die short-chains produziert hatten und die dann umgestellt hatten auf die medium-chains. Ich bin mir grad nicht sicher, ob wir das in der Schweiz auch haben. Da müsst ich kurz nachschauen, in der MAK-Liste. Chlorparaffine sehe ich hier nicht. Ich glaube wir haben da nichts in der MAK-Liste. Medium-chains auch nicht. Wir haben nichts, aber wir haben auch keine Produzenten in der Schweiz. Das kann Industriebdingt sein, tatsächlich.

Patrick Peetz: Also wir haben hier in Deutschland ja einige Hersteller, die das ja auch jetzt noch vertreiben. Du wirst eventuell noch die Hoechst AG kennen, oder Leuna, die das aktiv vertreiben im Moment. Ist auch noch zugelassen. Wie dem auch sei. Ich mach mal weiter mit Frage 10. Ich möchte wissen, wie du die Regularien in Deutschland bezogen auf das Thema CP einschätzt. Gibt es deiner Meinung nach Schwachstellen? Sind dieser in der Schweiz nicht mehr vorhanden oder abgebaut worden? Welche großen Unterschiede gibt es in der Regulierung von Gefahrstoffen zwischen der Schweiz und Deutschland?

Herr Jehle: Also ich denke der Hauptunterschied ist im Moment, sofern ich das einschätzen kann, dass wir eine Ermittlungspflicht haben auf zwei Ebenen, die es so in Deutschland im Moment nicht gibt. Zumindest nicht einheitlich. Es kann sein, dass das ein oder andere Bundesland ähnliche Regeln hat. Die kenn ich nicht alle. Der Grundsatz ist, wir haben seit weit über 10 Jahren, ich meine 2008 war die letzte Überarbeitung der Regularien, eine Ermittlungspflicht für Gefährdungen für Arbeitnehmer. Das ist an sich analog zu den deutschen Regularien. Das basiert auf dem sogenannten ILO. Das ist ein internationales Abkommen für Arbeitnehmerschutz. Das gibt es bereits seit den 60er Jahren. Dort ist auch nur der Grundsatz geregelt. Und in der Bauarbeitenverordnung wurde festgelegt, dass alle Gefährdungen für Arbeitnehmer ermittelt werden müssen, und zwar während der Planung und während der Ausführung der Arbeiten. Dort sind explizit Asbest, PCB und andere Chemikalien sowie Strahlung erwähnt, aber nicht abschließend, sondern insbesondere. Das heißt andere Stoffe, wie die CP, wenn sie Arbeitnehmerschutzrelevant sind, rein aufgrund der Tätigkeit, sind die eben auch zu ermitteln. Daraus folgt die Beurteilung, um dann Maßnahmen zu treffen. Für die Eigentümer gibt es mit der Verordnung zur Vermeidung und Entsorgung von Abfällen auch eine Regel. Das heißt Verursacher von Abfällen oder Bauabfällen der hat eine Ermittlung der Abfälle vorzunehmen und nicht nur quantitativ, also die Mengen, sondern auch qualitativ, was die Zusammensetzung anbelangt. Er ist auch verpflichtet dann, die regulierten Stoffe, sei es über eine Verbotsregelung oder eine Grenzwertregelung entsprechend zu trennen und der

geeigneten Entsorgung zuzuführen. Diese Regelung betrifft sowohl den Inhaber vom Abfall, im Baubereich ist das de facto der Eigentümer der Liegenschaft, der Verursacher, und geht dann über zum Planer oder Architekten, der das im Rahmen der Baubewilligung umsetzen und planen muss. Dann kommen danach die verschiedenen Fachspezialisten. Sei es jetzt die Diagnostiker oder Gutachter, die dann diese Ermittlung auch machen oder die ausführenden Unternehmen die einen Rückbau oder ähnliches vornehmen. Die Regelung ist an alle gerichtet. Jeder hat seine Verantwortung in seinem Bereich. Und dieses miteinander, auf beiden Ebenen, Arbeitnehmerschutz und Eigentümer, Ausführender für dieselben Stoffe geregelt ist führt dazu, dass man quasi wie von beiden Seite eine Zange hat, die die Schlupflöcher etwas kleiner macht. Das habe ich so, in der Form, in Deutschland noch nicht gesehen.

Patrick Peetz: Das heißt zusammengefasst: In der Schweiz betrachtet ihr das Thema aus zwei verschiedenen Perspektiven. Aus diesem Grund habt ihr das genauer im Blick als jetzt beispielsweise in Deutschland.

Herr Jehle: Genau. Genauer vielleicht nicht, aber es deckt einfach mehr potenzielle Schlupflöcher ab. Eine Seite richtet sich direkt an die Unternehmer, die ausführen, das ist der Arbeitnehmerschutz. Die müssen dafür sorgen, dass diese Ermittlung stattfindet. Dazu haben wir das Umwelt- und Abfallrecht auf der anderen Seite, die über die Baubewilligungspflicht bei Umbauten oder Rückbauten den Eigentümer oder den Architekten in die Verantwortung nimmt. Es gibt immer wieder die Situation, in der der eine Eigentümer sagt: ja, wenn ich Asbest finde, dann nehme ich das halt selbst raus dann muss ich nicht den Arbeitnehmer schützen. Das geht juristisch tatsächlich. Der Arbeitnehmerschutz kann dort nicht greifen. Solange ein Do-It-Yourself Handwerker oder Handwerkerin da allein tätig ist, kann die Behörde für Arbeitnehmerschutz nicht eingreifen. Aber das Abfallrecht bleibt dann trotzdem bestehen. Man darf dann dennoch nicht die Umgebung verschmutzen oder den Abfall illegal entsorgen. Daher ist auch der private Bereich so besser geregelt. Und vielleicht noch ein anderer Punkt. Der Arbeitnehmerschutz regelt primär, wie der Arbeitnehmer besser geschützt werden kann. Ich kann ein Beispiel nennen für diesen Interessenkonflikt. Aus Sicht des Arbeitnehmerschutzes kann ein Haus, dass asbesthaltigen Putz, oder Fliesen oder Leichtbauplatten aufweist mit einem Abbruchbagger kurz und klein geschlagen werden. Der Arbeitnehmer sitzt in diesem Fall im Häuschen des Baggers mit einem 15 Meter langem Abbruchhammer. Er ist so weit davon weg, hat vielleicht sogar noch einen Überdruck in der Kabine und hat somit keine Faserfreisetzung abbekommen. Für den Arbeitnehmerschutz ist das Thema abgehakt. Das wird tatsächlich auch in gewissen Situationen praktiziert. Aber das ist weder Umweltrechtlich noch Abfallrechtlich erwünscht, zum Teil sogar Verboten.

Da kommt dann die zweite Zange und sagt: so einfach ist das nicht. Es gibt auch noch andere Schutzziele, die wahrzunehmen sind. Und deshalb braucht es aus meiner Sicht diese beiden griffigen Werkzeuge, um das besser regulieren zu können und die Stoffe besser aus dem Stoffkreislauf herauszukriegen. Im Moment bahnt sich auch noch eine dritte Schiene an. Die ist jedoch noch auf etwas wackligen Füßen. Das ist die ganze Regelung zum

Verwertungsgebot. Wir haben seit kurzem ein Gebot, dass viele Abfälle verwertet werden sollen und nicht entsorgt oder endbehandelt, gelagert auf einer Deponie oder sonstiges. Bei gewissen Produkten schlägt sich das schon durch, sehr stark natürlich beim Betonrecycling. Es gibt aber auch beim Metall, beim Gips gibt es sehr interessante Pilotprojekte wo namenhafte Anteile von Gipsprodukten aus dem Abfall heraussortiert werden sollen und dann diesem sortenreinen Recycling zugeführt werden sollen. Da stellen jedoch die Schadstoffe ein Problem dar. Je höher die Verunreinigung desto schlechter wird die Verwertung möglich. Es gibt dazu im Moment eine Studie, die wir selbst initiiert haben an einer Hochschule hier in der Schweiz, die im Januar abgeschlossen werden soll. Die hat das Thema: Wie wirkt sich Asbest auf die Recyclingbaustoffe aus? Das gleiche Thema stellt sich natürlich mit PCB, mit den Chlorparaffinen und anderen Stoffgruppen, die ebenfalls relevant sind. Wir haben es jetzt mal pilotiert mit Asbestanteilen, um das ganze miteinander mal anzuschauen. Ich denke in Deutschland wird die Thematik ähnlich sein. Es wird möglichst viel der Verwertung zugeführt. Und da stellt sich schon die Frage, wie gut lässt sich das jetzt mit den Chlorparaffinen auch bewerkstelligen. Natürlich ist hier der hohe Grenzwert wieder ein Hindernis. Du hast eine Fugendichtung sehr schnell soweit in der Masse Abbruchmaterial unterverdünnt, dass der Grenzwert eh eingehalten ist.

Patrick Peetz: Grundsätzlich haben wir in Deutschland das Kreislaufwirtschaftsgesetz. Dort gibt es auch das Gebot, das zunächst Abfall wiederverwertet werden sollte. Das ist nur hier nicht mit den Gefahrstoffen vereinbar, denn sofern ein solcher Stoff vorhanden ist, muss es als Sondermüll entsorgt werden. In der Regel heißt das Deponierung. Asbest und Beton ist da das beste Beispiel. Sofern eine Faser nachgewiesen wird, was bei einem asbesthaltigen Abstandhalter ja schon der Fall ist, kann der gesamte Beton nicht wieder verwendet werden. Meiner Meinung nach sollte es dazu weitere Studien geben, bis zu welchem Grad an Verunreinigung man sowas wieder verbauen darf/ kann. Im schlimmsten Fall hast du eine Faser Asbest in 1 Mio. Tonnen Beton und den müsstest du dann vollständig entsorgen. Ob das Ziel führend ist, bezweifle ich stark.

Herr Jehle: Also definitiv nicht. Das ist meine persönliche Meinung und auch die von sehr vielen Kollegen von mir, auch bei den Behörden. Die wollen mit Sicherheit keine solche Regelung, wo man die Null-Schwelle ansetzt.

Patrick Peetz: Es ist ja auch nicht sinnvoll, wenn man betrachtet, dass es sich um begrenzte Ressourcen handelt. Selbst wenn man das jetzt auf die lange Bank schiebt, irgendwann kommt es zurück. Als nächstes möchte ich dich fragen, ob du eine Idee hättest, wie man den Umgang in Deutschland mit CP optimieren könnte.

Herr Jehle: Ich denke da haben wir vielleicht dieselbe Schwachstelle, die optimiert werden kann und sollte aus meiner Sicht. In Deutschland ist vieles noch präziser oder umfassender geregelt, auf dem Papier. Zum Beispiel die TRGS Regeln.

Die gehen weiter und sind detaillierter als wir das in der Schweiz hier haben. Für viele ist es in der Schweiz bereits zu stark reglementiert wodurch die sich dann eingeschränkt fühlen. Und ich sehe auch eine Tendenz, dass tatsächlich immer mehr Regeln kommen. Zum Beispiel jetzt diese Vollzugsregel für die Bauabfallermittlung und Entsorgung. Das ist für viele Architekten oder Bauingenieure bereits jetzt ein Buch mit sieben Siegeln und übersteigt völlig die Kompetenzen und auch die Machbarkeit in der Umsetzung. In der Regel haben die gar nicht die Zeit sich damit auch noch auseinanderzusetzen. Die Gefahr ist deshalb schon ein wenig, dass alles reguliert, oder überreguliert ist aber nicht vollzogen werden kann. Das ist manchmal sogar kontraproduktiv, da denn weniger gemacht wird da solche Dinge zu undurchsichtig, zu kompliziert geregelt werden. Und damit auch Grundsätzlich im Vollzug, das höre ich immer wieder von meinen Mitarbeitern, ich habe hier auch zwei Kollegen, die kommen aus Deutschland, und die haben schon oft gesagt: im Bekanntenkreis da gibt es Architekten, Ingenieure, Zimmermänner, Dachdecker und Sanitär und viele mehr, von denen macht keiner eine Ermittlung betreffend Schadstoffe. Also auch kein Asbest, dementsprechend auch nicht von CP. Und dann ist das beste Regelwerk, wenn der Vollzug da ist der das mit einer gewissen Umsetzbarkeit auch, ich sag mal, verkaufen kann. Das die Leute verstehen, dass das notwendig und sinnvoll ist das es umgesetzt wird. Um vielleicht auf die Frage zurückzukommen, ob es Grenzwerte für MCCP und LCCP machen soll, oder auch für die CP eine bessere Regelung. Ja, sofern die Umsetzbar ist, sonst nützt sie nichts. Wenn ein Handlungsbedarf vorhanden ist, aufgrund der Umwelttoxikologie und Humantoxikologie dann soll man auch eine umsetzbare Lösung finden. Und nicht ein Regelwerk aufbauen, dass sich vielleicht noch das ein oder andere Hochbauamt leisten kann, weil sich das leisten müssen, und alle anderen lassen das denn sausen.

Patrick Peetz: Also ist deiner Meinung nach das Problem, wo dann auch die Optimierung anzusetzen wäre, die Umsetzbarkeit der Regelwerke. Es müsste umgesetzt beziehungsweise besser kontrolliert werden.

Herr Jehle: Genau. Der Anreiz einerseits diese Ermittlung wirklich durchzuführen sollte gefördert werden. Es darf nicht nur Kosten, der Auftraggeber soll auch ein Benefit haben davon. Das er etwas abtragen lässt und auch gesondert entsorgt. Zum Beispiel eben über eine bessere Verwertung, dass er eine, unter dem Strich, günstigere Lösung bekommt. Das ist der eine Ansatz.

Beim Asbest geht es relativ gut, denn wenn ich es nicht trenne habe ich eine unter Umständen große Menge asbesthaltigen Abfall der teuer ist. Somit habe ich da einen Anreiz das vorher, zwar auch für viel Geld, rauszunehmen, bevor ich den Rest der Verwertung zufügen kann. Das ist für die Zukunft wirklich wichtig, dass man mit verschiedenen Anreizsystemen, nicht nur mit Vollzugsdruck, arbeitet. Aber einen gewissen Druck braucht es auch. Im besten Fall über die Baubewilligung, dass da eine Ermittlung festgelegt wird, in welcher man sagt: Okey, man muss jetzt die CP auch untersuchen in den Fugendichtungsmassen beispielsweise. Ohne dass, freiwillig, das haben wir hier in der Schweiz gesehen wird das kaum einer machen.

Patrick Peetz: Kann ich auch von berichten. Bei der Dekra, was ja ein sehr großes Unternehmen ist und überall verteilt auch Leute hat die beruflich mit Gebäudegefahrstoffen arbeiten, aber mit CP, obwohl es rechtlich ein Gefahrstoff ist der nachgewiesener Maßen in Gebäuden verwendet wurde bzw. wird, kennt sich niemand aus. Dementsprechend untersucht es auch keiner. Zum einen ist es einfach noch unbekannt und zum anderen gibt es noch nicht diese eindeutigen Regularien wie für andere Gebäudegefahrstoffe. Aber das führt mich zur letzten Frage. Wie wird es deiner Meinung nach weitergehen im Umgang mit CP? Gehst du davon aus, dass sich in Deutschland etwas ändern wird? Vielleicht auch nach Schweizer Vorbild? Immerhin habt ihr Regularien zum Umgang mit CP. Und kannst du mir abschließend einen kleinen Ausblick geben?

Herr Jehle: Also bei uns ist es sicher so, dass jetzt die Ermittlung für die CP flächendeckend eingeführt wird. Das hat jetzt letztes Jahr begonnen. In den Kantonen wurde es jetzt umgesetzt, die es bis dahin noch nicht gemacht haben. Das läuft jetzt relativ gut an. Es gibt auch immer mehr Labore, die die Analytik so weit im Griff haben, dass sie zumindest für die short-chains eine Lösung haben bzw. dass sie es sicher finden können. Es gibt noch einen ganz interessanten Ansatz. Den haben wir schon mehrfach diskutiert. Es gibt jetzt, zumindest für den Platz Schweiz, die Überlegung weg vom Einzelstoff, oder Stoffgruppen, zu analysieren, sondern direkt auf den Chlorgehalt zu gehen. Die Zulassungsbehörden der Verbrennungsanlagen sind eigentlich der Meinung, dass die Anlagen, nach dem Stand der Technik wie sie heute betrieben werden, mit Dioxin-bildung kein Problem mehr haben. Kein Problem ist vielleicht übertrieben. Aber dass es innerhalb der gesetzlichen Grenzwerte kein Problem darstellt. Auch mit hohen Chlorgehalten. Da ja beim PCB und den Chlorparaffinen, wenn man diese Fracht anschaut, auf die Gesamtmenge der thermischen Abfälle, die dort hingehen, da gibt es noch weitaus schlimmere Chlorlieferanten. Andere Chlorquellen mit viel höheren Konzentrationen. PVC zum Beispiel, Kunststoffe, da gibt es auch große Fraktionen, die sich nicht sortenrein trennen lassen und die werden dann der thermischen Verwertung zugeführt. Die sind hochprozentig Chlorhaltig. Denn gibt es noch die anorganischen Störstoffe bis hin zum Kochsalz schlussendlich. Da hat man überall Chlorquellen. Mengenmäßig sind die PCB und Chlorparaffine absolut vernachlässigbar bei unseren thermischen Verwertungsanlagen in der Schweiz. Und deshalb war die Überlegung, wenn nicht sie Einzelstoffe primär die Ursache für die Dioxin-bildung sind und dann eben einen limitierenden Faktor darstellen, dass man dann direkt nur noch den Chlorgehalt anschaut. Das wiederum, wenn man nur Chlor anschaut, könnte man die Analytik immens vereinfachen. Dann ist wirklich nur noch die gesamte Chlorbelastung zu messen, in Fugendichtungen, in Kunststoffabfällen und allgemein in Kunststoffen im Baubereich. Das wäre eine wesentliche Vereinfachung und könnte viel effektiver auch praktiziert werden. Das ist nur ein Ansatz, vielleicht ist es nicht das Ei des Columbus, aber es ist etwas das zurzeit diskutiert wird. Auch in einem kleinen Grüppchen, das ist noch kein großes Thema im Moment, aber es sind halt ein paar Spezialisten, die diese Überlegungen grade anstellen. Vielleicht wäre das auch in Deutschland denkbar. Indem man sagt: Okey, man

versucht mit einer relativ einfachen und günstigen Analytik den Chlorgehalt zu ermitteln. Wenn der Chlorgehalt sehr hoch ist, denn hat es in der Deponie ehe nichts verloren also ausschleusen in die thermische Verwertung.

Patrick Peetz: Das bedarf denn ja auch, was du vorhin schonmal angebracht hattest, dass wir hier in Deutschland deutlich mehr in Richtung thermische Verwertung ausbauen sollten. Auch rechtlich, dass es deutlich simpler wird auch Stoffe thermisch verwerten zu lassen. Das wäre ja notwendig, bevor beschlossen wird die Stoffe über den Chlorgehalt zu klassifizieren. Also dass ist so das, was du als Ausblick in die Zukunft für einen guten Umgang damit bezeichnen würdest?

Herr Jehle: Genau. und sonst, was sicher eine Lücke ist, wird auch in Deutschland eine Lücke sein, bei uns auch, bei den Deponien. Die haben zwar eine Eigenkontrolle, ich weiß auch das viele Deponiebetriebe oder Baustoffrecyclingbetriebe in Deutschland noch mehr Eigenkontrollen durchführen als das bei uns der Fall ist. Dass die eingehenden Materialien, bevor sie dann verarbeitet oder abgelagert werden stichprobenartig zu prüfen. Da habe ich Kenntnis von, dass es zumindest in Baden-Württemberg hier an der Grenze entlang, doch viele Bauabfälle auch auf solche Anlagen gehen, weil sie einfach geografisch näher sind, als wenn man zurück in die Schweiz müsste. Dort werden strengere Kontrollen durchgeführt, aber nicht auf kritische Stoffe. Das heißt zum Beispiel Asbest, wird nicht untersucht. Nur bei konkretem Verdacht. Und bei Chlorparaffinen wird es garantiert auch so sein. Man wird die normalen Standardparameter wie Kohlenwasserstoff, Schwermetalle, die Rückstände und dann noch das Chrom-6. Dann ist Schluss. TOC meistens doch noch, was ein Indikator für gesamt-Kohlenstoff ist. Und diese spezifischen Schadstoffe, die werden von mir ausgesehen, noch viel zu wenig kontrolliert. Also bei der Eingangskontrolle.

Patrick Peetz: Ja, das ist auch ein Problem was ich hier so mitbekommen habe. Das ist alles sehr stark von der einzelnen Deponie abhängig. Im Grundsatz gibt es die Deponieverordnung, die gewisse Sachen zulässt und einschränkt. Also die haben da feste Werte, die jedoch auch wieder unterschiedlichst ausgelegt werden können. Im Prinzip entscheidet nachher jede Deponie selbst, ob sie den Abfall annimmt oder nicht. Es ist von Betrieb zu Betrieb eine Entscheidung. Ich muss sagen in Deutschland finde ich das Gefahrstoffrecht sowieso überreguliert. Es ist sehr schwer dort einen Überblick zu behalten.

Bei sowas würde ich mir jedoch eine einheitliche, auf die Gesamte Bundesrepublik bezogene, Regelung wünschen. So könnte ein Standard, der überall gilt, geschaffen werden. Den gibt es nur leider noch nicht. Okey. Ich wäre soweit durch mit meinen Fragen. Es sei denn natürlich du hast noch Anmerkungen oder Anregungen, die ich mit einfließen lassen sollte.

Herr Jehle: Zum Ende möchte ich dir noch einen weiteren Stein ins Brett schlagen. Es gibt noch eine andere Stoffgruppe, die in diesem Zusammenhang betrachtet werden müsste.

Diese wurden in denselben Anwendungen auch als Ersatzstoffe für die PCB eingesetzt. Es geht da um die PCT, ich weiß nicht, ob du da in deinen Studien bereits drüber gestolpert bist?

Patrick Peetz: Ich habe das mal gehört, ja, aber damit befasst habe ich mich nicht, nein.

Herr Jehle: Das ist recht interessant. Wenn man die Primärliteratur anschaut aus den frühen 70er – 80er Jahren wo es um die Ersatzstoffe von den PCB ging. Dabei sind neben den Chlorparaffinen auch die PCT erwähnt. Wir haben jetzt Indizien in mehreren Fällen, dass eben die PCB substituiert wurden durch diese PCT und die sehen von der Toxikologie gar nicht gut aus. Möglicherweise sogar kritischer als die CP. Dennoch sind die irgendwie einfach unter dem Radar der Behörde durchgekommen. Also im REACH Programm, bei der Zulassung, bei der Altstoffbewertung. Ich sehe da im Moment einen großen Handlungsbedarf, das einmal abzuklären.

Patrick Peetz: Aber PCT ist denn ja auch ein mehrfachchlorierter Stoff. Werden die dann nicht bei der künftigen Erstellung der VDI 6202 Blatt 4 betrachtet?

Herr Jehle: Das wird sicher ein Teil der Diskussion sein. Es ist so, die Gruppe hat sich jetzt erst formiert. Die erste Inhaltliche Diskussion wird erst im Januar stattfinden. Dort wird es dann eben um die Inhalte und Etablierung und Priorisierungen gehen. Es wird sicher angeschaut werden müssen. Ich fürchte, dass es am Anfang noch nicht Thema sein kann, ganz einfach, weil seitens der Zulassungsbehörden noch keine Regularien für diese Stoffe bestehen. Anders als beim CP, wo schon einmal ein Pflock hineingeschlagen ist und die short-chain reguliert sind. Da kann es dann nur um Empfehlungen gehen und nicht um eine Regelung wie damit umzugehen ist. Diese PCT fliegen auch schon lang herum, dass ist in den 70er Jahren eingeführt worden und die Publikation, die ich da habe von der UNO, die stammt aus dem Zeitraum 2000 bis 2003, wo das diskutiert wurde. Bis jetzt hat sich da noch nichts niedergeschlagen. Es gibt da, zumindest mir so bekannt, noch keine Regelungen. Es kann sein, dass das ein oder andere Land dazu etwas gemacht. Ich weiß Kanada hat sich damit auseinandergesetzt. In den USA wurde auch mal was gemacht, aber wirkliche Regelungen in den Produkten oder Abfällen bis jetzt nicht angetroffen.

Patrick Peetz: Klingt ja nach noch etwas was auf die lange Bank geschoben wurde. Wie leider sehr viel. Gut, dann wären wir von meinem Teil aus durch. Ich möchte mich nochmal ganz herzlich bei dir bedanken, dass du dich dazu bereit erklärt hast.

Herr Jehle: Gerne, besten Dank auch dir für das nette und interessante Gespräch. Ich freue mich davon zu hören, wenn du fertig bist.

Anlage III: Transkription des Interviews mit Herrn Krauß

Transkription Interview Herr Krauß, 06.12.2021, 13:00 – 13:30 Uhr.

Beginn 13:00 Uhr

Herr Krauß: Guten Tag, mein Name ist Michel Krauß und bin in Halle Laborleitung seit Juni dieses Jahrs und hab vorher SCCPs, Flammenschutzmittel analytisch betreut und war vorher im Bereich der ROS-Analytik, also der chemischen Prüfung von Elektrogeräten, tätig.

Patrick Peetz: Erstmal Moin und Nochmal danke, dass Sie sich dafür die Zeit nehmen. Ich wollte jetzt nochmal persönlich fragen ist das in Ordnung für Sie ist, wenn ich es aufnehme, ja?

Herr Krauß: Ja, ist in Ordnung.

Patrick Peetz: Super, ok. Gut, dann würde ich direkt anfangen. Den ersten Punkt haben Sie ja jetzt schon erläutert, wer Sie sind und sich kurz vorgestellt. Ich fang denn direkt an mit der zweiten Frage und die handelt im Prinzip allgemein bei der CP-Analytik. Und zwar würde ich gern wissen, ob Sie mir mal ihre Methode zur Analytik von CP im Material beschreiben könnten. Wenn ich mich richtig informiert habe gibt es eine Normung, die DIN EN ISO 18635 die zur Bestimmung von CP in Klärschlämmen dient. Diese stellt aber wohl das grundlegende Methode beschreibt, wie man CP analysiert. Nur für Materialproben müsste das Verfahren jedoch, wenn ich das richtig verstanden habe, ausgeweitet werden. Dazu würde ich gern wissen, wie Sie dies umgangen bzw. erweitert haben.

Herr Krauß: Also es gibt auch für Materialproben eine Normung in der Hinsicht. Es gibt zum einen die DIN EN ISO 18219, Teil 1 und 2. Da geht es um SCCP in Leder, in Lederwaren, und es gibt eine Entwurfsnorm, das ist die 22819. Da geht es um SCCPs in Materialproben, in textilen Flächengebunden etc. Und nach der Arbeiten wir auch, also nach der DIN EN ISO 22818, die Entwurfsnorm. Nach der arbeiten wir unsere Proben auf, sprich die Materialproben.

Patrick Peetz: Okay. Im Laufe der Recherche, ich bin nun kein Chemiker, ich kenn nicht allzu gut aus, aber ich bin darauf gestoßen, dass die Analyse von Chlorparaffinen relativ kompliziert zu sein scheint.

Herr Krauß: Ja, ist nicht ganz trivial.

Patrick Peetz: Genau, ich habe jetzt im Laufe der Recherchen herausgefunden, dass die wohl maßgeblich an der Referenzproben liegt, die man bräuchte, die noch nicht so einheitlich vorhanden sind.

Herr Krauß: Im Materialbereich geht's. Also wir nehmen regelmäßig an Ringversuchen teil. Da kriegen wir PVC- Kunststoffvarianten, die wahrscheinlich mit SCCPs dotiert sind. Das funktioniert ganz gut. Für den Umweltbereich fast Garnichts.

Patrick Peetz: Okay, ist dann für Sie gesehen auch der Punkt, der die Analytik so kompliziert macht? Oder gibt es dort noch weitere Aspekte die wichtig wären?

Herr Krauß: Ja da kommt noch mehr dazu. Also kurz zu Analytik. Materialproben werden bei und aufgeschlossen indem wir die entsprechend zerkleinern, also kleiner 3mm Kantenlänge, dann werden sie mit Toluol versetzt. Im Ultraschallbad 60 Minuten bei 60 Grad extrahiert. Davon wird ein adäquat abgenommen der Rest wird in einem NCI-GC-MS bei uns vermessen. NCI-GC-MS steht für Negative chemische Ionisierung. Das hat den Vorteil, dass man hauptsächlich elektronegative Substanzen analysieren kann. Aus diesem Grund geht das bei den SCCPs wegen den Chlorsubstituierten recht gut. So, was noch ein Problem ist bei der SCCP-Analytik, wenn man es auf einem normalen GC durchführen will, da ist das große Problem, dass man an einem normalen GC-MS System, die normalen Alkane nicht ausblenden kann. Da würden Sie einen Peak bekommen, oder nenn wir es mal Berg, der sowohl die chlorierten Alkane als auch die normalen Alkane beinhaltet. Deshalb ist man gezwungen über Analysemethoden zu gehen, die ihren Ursprung im NCI, Elektronik negative bzw. über die sich Chlorwerte direkt analysieren lassen. So kann man den nicht chlorierten Teil rausrechnen. Somit wird der dann nicht miterfasst.

Patrick Peetz: Gibt es da Ihrer Meinung nach Lösungen für? Oder etwas das Ihnen bekannt wäre, wie man das in Zukunft weiter vereinfachen könnte?

Herr Krauß: Ich denke da die meisten Normungen in die Richtung der NCI-Verfahren gehen, wird man Wahrscheinlich nicht drum herumkommen. Also man kann die Analysen schlechter im normalen GC durchführen, da wie gesagt dort das Problem entsteht, dass man die normalen Alkane mitbekommt. Man hat die Option, man könnte es über einen ECD GCV, also einen Elektroneneinfalldetektor, der auch selektiv auf negative Substanzen reagiert laufen lassen oder halt über die beschriebene negative chemische Ionisierung. Eine Alternative sehe ich momentan eher nicht. Und das macht es ein wenig kompliziert. Was noch dazukommt, was es schwierig macht, ist, dass SCCPs Summenparameter sind. Sie bekommen dann einen unübersichtlichen Berg. Also es ist nicht so, dass man einzelne Peaks hat. Es stellt sich eher ein Berg dar, der ein wenig aussieht wie die 5 ausgestreckten Finger einer Hand. Und das ist dann als Summenparameter zu identifizieren. Dieser Umstand verkompliziert die Auswertung zusätzlich.

Patrick Peetz: Ja, vorallem was eventuell auch noch kompliziert bei der Analytik ist, ist die klare Abgrenzung bei der Analytik. SCCP sind nachweislich ein Gefahrstoff, MCCP auch, dadurch dass sie einen Arbeitsplatzgrenzwert aufweisen.

Aber dann die Abgrenzung zwischen SCCP, MCCP und vielleicht LCCP analytisch zu bewerkstelligen scheint auch nicht ganz so einfach zu sein.

Herr Krauß: Das funktioniert. Also mit der DIN EN ISO 22818, da geht's um die Analyse von SCCP, also den kurzkettigen, das ist C10 bis C13, die mittelkettigen sind C14 bis C17. Diese sind auch gelistet. Man unterscheidet diese über die entsprechenden Masse zu Ladungsverhältnisse. Also kurz gesagt, die SCCPs liegen im Bereich von 370 bis 400, und die MCCPs von ca. 400 bis 450. Darüber kann das dann differenziert werden.

Patrick Peetz: Gut. Jetzt hätte ich gern noch eine allgemeine Frage zu Zahlen gestellt. Auch wenn Sie mir da jetzt keine konkreten Zahlen nennen können, ist alles gut. Gern auch ihr empfinden dazu. Ich würde gern wissen, welchen Stellenwert die Chlorparaffinanalytik in der Umweltanalyse einnimmt. Auch im Vergleich mit anderen chemischen Gebäudegefahrstoffen, wie PCB.

Herr Krauß: Also bei uns fast garkeinen. Wir haben bis jetzt eine einzige Anfrage, wo es um die SCCP Untersuchung im Rahmen der POP-Verordnung geht. Aber wie diese Norm, die Sie erwähnt haben, die 18635, machen wir hier gar nicht. Also so SCCP aus Wässern wird bei uns nicht angefragt.

Patrick Peetz: Die nächste Frage spielt ein wenig darauf an. Ich würd gern wissen, ob Sie meinen, also bei der gebäudegefahrstofftechnischen Untersuchung werden hauptsächlich die üblichen Verdächtigen, die man kennt, Asbest, PCB, PAK usw. CP nicht, obwohl man auch wissen sollte, dass sie in Gebäuden verbaut sind. Ich habe die Vermutung, dass dieser Umstand auch mit auf die Laboranalytik zurückzuführen ist, bzw. sein kann. Es gibt nicht viele Labore die das Deutschlandweit und akkreditiert anbieten. Dementsprechend wird der Preis, vermutlich, dass weiß ich tatsächlich nicht aber relativ hoch sein im Vergleich zu anderen Gebäudegefahrstoffen. Meinen Sie das korreliert miteinander?

Herr Krauß: Möglicherweise ja. Ich habe Gebäudegefahrstoffe, die ich für Firmen messe, da sie sie messen müssen, das ist das eine. Aber wenn ich da natürlich Privatkunden mitreinzähle spielt dort der Preis immer eine entscheidende Rolle. Zum anderen könnte ich mir vorstellen, dass es, ich will jetzt nicht sagen schlecht kommuniziert wird, aber in die Fläche, dass wir das prinzipiell für Materialproben können ist es nicht geläufig. Das könnte dort mit reinspielen. Weiter bin ich mir nicht so sicher wie weit die gesetzlichen Anforderungen daran gegeben sind. Sprich, sind die Endverbraucher gezwungen das zu testen? Und solange dort der gesetzliche Druck nicht erhöht wird, wird niemand jetzt Geld in die Hand nehmen und die Analyse bezahlen.

Patrick Peetz: Es ist grundsätzlich so, man hat die Verpflichtung, zumindest hier in Hamburg ist es so, bei größeren Sanierungsarbeiten oder Rückbauarbeiten von Gebäuden dieses untersuchen zu lassen. Also auf potenzielle Gefahrstoffe. Nur Chlorparaffin ist so ein Thema, ich sag mal ganz platt, das hat niemand auf dem Zettel. Man kennt die gängigen, aber CP sind gänzlich unbekannt.

Herr Krauß: Genau, das spiegelt sich bei uns auch in den Analyseanfragen wider. Wenn es halt gänzlich unbekannt ist, ist bei uns nicht der Druck da, für den Umwelt oder Gefahrstoffbereich diese Analysen aufzubauen. Für die DIN EN ISO 18635 sind wir auch nicht akkreditiert. Das müssten wir erst, wenn die Anfragen kommen, erst anschieben. Für die SCCPs aus Materialien sind wir akkreditiert, da ist natürlich der Druck höher. Vorher waren die SCCPs nach REACH klassifiziert. Da gab es denn schon Druck, die da zu prüfen. Dann sind sie auf die POP-Verordnung gewandert, somit wurde der Druck noch größer sie zu prüfen. Und die MCCP sind mittlerweile auch bei der REACH on der SVOC-Liste mit drin, sodass die Kunden das da auch auf dem Schirm haben und dann gezielt nachfragen. Und das ist im Umweltbereich noch nicht so der Fall, dass die Kunden den Druck verspüren und bei uns diese Analysen anfragen.

Patrick Peetz: Ist ja auch eine relativ neue Thematik. Wenn man es mal so runterbricht, gibt es das noch nicht allzu lang, also zumindest das Bewusstsein darüber. Ich würd gern von Ihnen wissen, ob Sie Daten zum Gehalt von Materialproben haben. Sie werden das mit Sicherheit kennen, es gibt ja in der 1272/2008, der CLP-Verordnung, einen Grenzwert von 0,15 Gewichtsprozent im Material, bzw. 1,0 Gewichtsprozent im Abfall. Überschreiten Sie diesen häufig bei den Analysen?

Herr Krauß: Teils teils. Es gibt Mischproben, da haben wir einen hohen Anteil an SCCP-gehalten aber in der Regel ist meistens nicht enthalten. Also wenn man es beziffern sollte würde ich sagen, 5-10% der Proben, die wirklich grenzwertnah sind bzw. den Grenzwert überschreiten. Der Rest ist meistens unterhalb.

Patrick Peetz: Okay. Wie schätzen Sie denn diesen Grenzwert von 0,15 Gewichtsprozent ein? Ich hatte Freitag mein erstes Interview mit einem Kollegen aus der Schweiz, der als Gebäudegutachter tätig ist und auch von meinem Empfinden her ist der Grenzwert für einen potentiellen Gefahrstoff der auch als kanzerogen eingestuft ist, zumindest den Verdacht darauf, mit 0,15 Gewichtsprozent schon relativ hoch. Vorallem im Vergleich zu anderen Stoffen. Runtergerechnet wären es ja 150 mg/kg und bei PCB sind es 50 mg/kg. Somit ist dies das 3-fache. Wie schätzen Sie das ein?

Herr Krauß: Etwas schwierige Frage. Der Grenzwert ist relativ hoch. Auch im Vergleich zu den anderen SVOC-gelisteten Substanzen die ja im Schnitt bei ca. 0,1 Gewichtsprozent liegen. Aber ich vermute mal es ist wie bei vielen Substanzen, erstmal was festlegen und dann im Nachgang immer weiter runter justieren. Ich kann mir durchaus vorstellen,

dass bei der nächsten Revision der POP-Verordnung die Grenzwerte deutlich sinken. Das liegt auch immer ein wenig mit an der Analytik. Also spielt zum Glück nur damit rein. Wenn man es nicht tiefer detektieren kann, dann kann auch die Grenzwerte nicht tiefer festlegen. SCCP sind ein wenig komplex bei der Handhabung, aber ich vermute mal das in nächster Zeit die Grenzwerte auch sinken werden.

Patrick Peetz: Meine letzte Frage, die ich Ihnen stellen möchte, mit der ich auch einen kleinen Ausblick für mich und meine Arbeit generieren möchte. Ich möchte wissen, ob bei Ihnen in den letzten Jahren ein Trend abzusehen war, bzw. sich ein Trend aufgezeichnet hat. Sind die Analysen merklich gestiegen oder haben sie andere Ausschläge, vielleicht jährlich. Also ganz allgemein, erkennen Sie eine Bewegung in der Thematik?

Herr Krauß: Es ist jedenfalls gestiegen. Die Analyseanfragen nehmen zu. Das kann man so sagen. Klar, es wurde die POP-Verordnung 2019 aktualisiert, da stieg es definitiv an. Jetzt haben sie seit diesem Jahr die MCCP mit in der REACH-SVOC Liste. Das heißt die MCCP nehmen jetzt auch zu, was den Prüfungsumfang angeht. Also man kann auf jeden Fall eine deutliche Zunahme der Anfragen verzeichnen.

Patrick Peetz: Und das in Kombination mit der vorherigen Frage zeigt dann also auf, wir werden in den nächsten Jahren eine deutlich Zunahme erhalten.

Herr Krauß: Genau. Man sieht es ja auch wenn man sich die Norm anschaut. Es gab jahrelang die SCCP-Norm, zumindest im Materialbereich für Leder, weil das ja in der Lederverarbeitenden Industrie eingesetzt wurde. Mittlerweile sind wir soweit, dass wir sagen wir ändern das ab in reine Kunststoff und Textilmaterialien und das dort die Norm schon angepasst wurde. Also es ist definitiv ein Trend da, dass man die Analysen anzieht zumindest weiter die Grenzwerte schärft und die Materialgruppen soweit eingrenzt, um zu sagen gut, indem und dem Bereich müssen wir jetzt mal prüfen, ob SCCP vorhanden ist. Es nimmt auf jeden Fall zu.

Patrick Peetz: Alles klar. Denn hätten wir meine Fragen soweit abgehandelt. Es sei denn Ihnen ist noch ein Aspekt aufgefallen der ergänzt gehört oder Sie haben noch eine Anmerkung, die da noch beitragen könnte.

Herr Krauß: Ja, ich bin gespannt, ob die Analysen im Gebäudegefahrstoffbereich zunehmen. Ist auf jeden Fall interessant. Ansonsten haben wir meistens SCCPs in PVC-haltigen Materialien. Also auch Kabelisolierungen z.B. dass ist der Materialbereich, dort wo öfter mal SCCPs enthalten sein können.

Patrick Peetz: Es ist im Zuge der Recherche, ich möchte diese Arbeit ja ganz bewusst auf Gebäude anwenden, da ist rausgekommen, dass z.B. 2004 ca. 75% der SCCP Anwendungen in Gebäudedehnungsfugen verbaut wurden. Der Rest waren hauptsächlich Beschichtungen.

Zusätzlich auch jetzt aus der Schweiz, mit der Information von den Kollegen ist es so, wenn die dort ein Gebäude untersuchen, untersuchen sie die Fugenmassen immer gleich mit auf SCCP. Dort ist das schon eher in den Standard übergegangen. Ich vermute bzw. hoffe dass das hier in eine ähnliche Richtung gehen wird.

Herr Krauß: Ja, wäre natürlich super. Die SCCP als weichmachende, flammenhemmende Substanzen wurden vielseitig verwendet. Wenn man denn langsam mal den gesetzlichen Rahmen nachschärft wird sowas auf notwendig.

Patrick Peetz: Es ist halt nur dass in Deutschland die Mühlen sehr langsam mahlen, was so etwas angeht.

Herr Krauß: Richtig. Manchmal hat man das Gefühl sie mahlen rückwärts.

Patrick Peetz: Ja, vor allem jetzt bei der Geschichte mit MCCP. Ich persönlich empfand das als relativ schockierend. Diese sind nachgewiesenermaßen ein Gefahrstoff, aber sie werden tatsächlich in Deutschland noch produziert.

Herr Krauß: Ja, das ist glaub ich dasselbe wie die SCCP, die komme direkt auf die POP-Verordnung, sprich, wesentlich schärfere Regeln. MCCP, die im worst case ein Kohlenstoffatom mehr haben werden erstmal auf Kandidatenliste gepackt in Ruhe angeschaut. Man kann ja die Lieferanten und Hersteller nicht so gängeln. Ist ja auch nachvollziehbar, aber der Endverbraucher hat es denn wieder auszubaden.

Patrick Peetz: Ja, und wenn man schon eine Idee in diese Richtung hat und es auch schon Tierversuche gibt, in denen die Toxizität von MCCP zumindest angedeutet wird, es einfach normal weiterlaufen zu lassen. ist das auch für mich leicht unverständlich.

Herr Krauß: Genau, dass ist ein großes Problem in Deutschland. Es gibt Mittel und Wege die Mühlen noch langsamer laufen zu lassen.

Patrick Peetz: Wollen wir hoffen, dass sich das ändert. Gut dann stoppe ich jetzt die Aufnahme. Ich möchte mich nochmal ganz herzlich bedanken und werde Ihnen das Transkript dieses Interviews zukommen lassen. Vielen Dank.