



Marktkontrolle Holzwerkstoffe und Altholz 2007

Gesamtschweizerische Marktkontrolle
unter der Leitung des Laboratoriums der Urkantone



Bericht und ergänzende Auskünfte:

Laboratorium der Urkantone

Daniel Herren

Leiter Analytik I

daniel.herren@bluewin.ch / 031 325 98 73

Juni 2010

Autor

Daniel Herren
Leiter Analytik I
Laboratorium der Urkantone

Projektleitung

Laboratorium der Urkantone
Ruedi Schuler
Leiter Giftinspektorat

Begleitung im Bundesamt für Umwelt BAFU
Eduard Back
Abteilung Abfall, Stoffe, Biotechnologie

1. Zusammenfassung	5
2. Ausgangslage	6
2.1. Die vier Kategorien von Holz und Holzabfällen.....	6
2.2. Thermische Verwertung von Holz und Holzabfällen	6
2.3. Stoffliche Verwertung von Holzabfällen	7
2.4. Altholz als kontrollpflichtiger Abfall	7
2.5. Welche Holzabfälle eignen sich zur Herstellung von Holzwerkstoffen?	7
2.5.1 Grenzwerte für Schadstoffe in Holzwerkstoffen der Chemikalienrisiko- reduktionsverordnung (ChemRRV).....	7
2.5.2 Richtwerte für Schadstoffe in Altholz der Vollzugshilfe Holzabfälle des BAFU	7
2.6. Behördliche Kontrollen von Stoffen und Gegenständen auf Konformität mit den Bestimmungen der Chemikalienrisikoreduktionsverordnung (ChemRRV)	8
3. Problemstellung und Zielsetzung	8
3.1. Problemstellung	8
3.2. Zielsetzung.....	8
4. Grenzwerte, Richtwerte und Normen	9
5. Durchführung der Kampagne	11
5.1. Durchführung	11
5.2. Probenerhebung	11
5.3. Analysierende Laboratorien	12
5.4. Probenstatistik erhobene Proben	13
6. Analytik	14
6.1. Aliquotierung und Vorbereitung der Proben.....	14
6.1.1 Hobeln von Span-, Faser und Sperrholzplatten sowie von Massivholzproben ...	14
6.1.2 Zerkleinern von Pellets und Briketts.....	14
6.2. Elementbestimmung mit optischer Emissionsspektrometrie und induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES).....	14
6.2.1 Probenaufarbeitung	14
6.2.2 Endbestimmung von Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Zink (Zn) mit ICP-OES.....	14
6.3. Bestimmung von Quecksilber (Hg) mittels Kaltdampf-Atomabsorptions- spektroskopie (Kaltdampf-AAS)	15
6.3.1 Probenaufarbeitung	15
6.3.2 Endbestimmung von Hg mit Kaltdampf-AAS.....	15
6.4. Bestimmung von Chlor (Cl) und Fluor (F).....	15
6.4.1 Probenaufarbeitung mit Schöniger-Aufschluss	15
6.4.2 Endbestimmung von F und Cl mittels Ionenchromatographie	15
6.5. Bestimmung von Polychlorierten Biphenylen (PCB), Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und von Holzschutzmitteln	15
6.6. Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP)	16
7. Resultate und Diskussion	17
7.1. Rohe Spanplatten	17
7.2. Beschichtete Spanplatten.....	18
7.3. Mitteldichte Faserplatten und Grobspanplatten (MDF- und OSB-Platten).....	18
7.4. Sperrholz-Platten	18
7.5. Holzbrennstoffe.....	18

8. Mobile Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF): Möglichkeiten und Grenzen zur Untersuchung von Holzwerkstoffen	19
8.1. Elementbestimmung mit mobiler XRF	20
8.2. Kalibrierung des XRF-Geräts	20
8.3. Laborvergleich – Bewertung Leistungsfähigkeit mobiles XRF	21
9. Folgerungen und Erkenntnisse aus der Schwerpunktaktion Holzwerkstoffe und Altholz 2007	23
9.1. Einhaltung der Grenzwerte der ChemRRV für Holzwerkstoffe.....	23
9.2. Marktsituation Holzbrennstoffe.....	23
9.3. Elementbestimmung in Holzproben mittels AAS oder ICP-OES.....	23
9.4. Bestimmung von Chlor und Fluor in Holzproben	23
9.5. Bestimmung von PAK, PCB und PCP in Holzproben	23
9.6. Einsatz der mobilen XRF zur Marktkontrolle von Holzwerkstoffen.....	23
10. Dank	24
Anhang 1: Resultate Holzwerkstoffkampagne 2007	25
Spanplatten roh	25
Spanplatten beschichtet.....	26
Mitteldichte Faserplatten (MDF-Platten).....	28
Grobspanplatten (OSB-Platten)	29
Sperrholz-Platten	30
Holzbrennstoffe.....	31
Diverse Holzproben	33
Anhang 2: Resultate Laborvergleich zur Leistungsfähigkeit der mobilen XRF	35
Resultate Altholzprobe anorganische Parameter	35
Holzstandard 0.....	36
Holzstandard 1.....	36
Holzstandard 2.....	37
Holzstandard 3.....	37
Holzstandard 4.....	38

1. Zusammenfassung

Am 1. August 2005 ist die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, (ChemRRV, SR 814.81) in Kraft getreten, die in Anhang 2.17 erstmals Grenzwerte für die Elemente Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) sowie für die organischen Schadstoffe Benzo(a)pyren, Pentachlorphenol (PCP) und polychlorierte Biphenyle (PCB) in Holzwerkstoffen festlegte (vgl. Tabelle 2, Seite 9). Diese Grenzwerte wurden am 1. März 2008 im Rahmen der Umsetzung des Cassis de Dijon-Prinzips an den vom europäischen Holzwerkstoffverband erarbeiteten Industriestandard (EPF-Standard, vgl. Fussnote² Seite 10) angepasst (vgl. Tabelle 2): Die Grenzwerte für Arsen, Cadmium und Quecksilber sowie für PCP wurden erheblich erhöht, derjenige für PCB wurde aufgehoben. Mit der schweizweiten „Marktkontrolle Holzwerkstoffe und Altholz 2007“ wurde die Einhaltung dieser Grenzwerte für verschiedene Holzwerkstoffe überprüft. Dabei wurde auch die Einsatzfähigkeit eines mobilen Röntgenfluoreszenz-spektrometers evaluiert.

Von den 15 teilnehmenden Kantonen wurden insgesamt 188 Proben erhoben. Diese wurden in fünf verschiedenen kantonalen Laboratorien auf ihre Konformität mit den Anforderungen des Anhangs 2.17 der ChemRRV überprüft. Bei den 188 erhobenen Proben handelte es sich bei 113 um eigentliche Holzwerkstoffproben. Diese setzten sich aus 22 rohen und 46 beschichteten Spanplatten, 22 MDF-Platten (Mitteldichte Faserplatten, Medium Density Fiberboards) und 11 OSB-Platten (Grobspanplatten, Oriented Strand Boards) sowie 12 Sperrholzplatten zusammen. Dazu kamen 31 Holzbrennstoffproben und 44 diverse Holzproben.

Bezogen auf die seit dem 1. März 2008 gültigen Grenzwerte für Holzwerkstoffe zeigten die Resultate folgendes Bild:

- Die Grenzwerte für die Schwermetalle Arsen, Cadmium und Quecksilber wurden in allen untersuchten Holzwerkstoffen eingehalten.
- Der Grenzwert für Blei wurde in 6 der 113 Holzwerkstoffproben (5%) überschritten. Dies betraf 1 rohe Spanplatte, 3 beschichtete Spanplatten, 1 MDF- und 1 OSB-Platte.
- Die Grenzwerte für die organischen Schadstoffe Benzo(a)pyren und Pentachlorphenol wurden in allen untersuchten Holzwerkstoffen eingehalten

Aufgrund der strengeren Grenzwerte, die vor dem 1. März 2008 Gültigkeit hatten, hätten sechs weitere Proben beanstandet werden müssen. Es wurden sechs zusätzliche Überschreitungen dieser Grenzwerte für das Element Arsen (2.0 bis 5.4mg/kg; Grenzwert: 2.0mg/kg) und drei für das Element Cadmium (2.0 bis 3.9mg/kg; Grenzwert: 2.0mg/kg) festgestellt. Hauptsächlich in beschichteten Spanplatten wurden zudem erhöhte Werte für Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) festgestellt (Überschreitungen des Richtwerts 1 oder gar des Richtwerts 2 der Vollzugshilfe Holzabfälle).

Bei den 31 Holzbrennstoffproben wurden 11-mal eine Grenzwertüberschreitung der SN166000 (*Prüfung fester Brennstoffe – Presslinge aus naturbelassenem Holz – Anforderungen und Prüfung*) festgestellt: eine für Cadmium, vier für Kupfer, eine für Zink und fünf für Chlorid.

Die Einsatzfähigkeit der mobilen Röntgenfluoreszenz-Technik (XRF-Technik) zur Überprüfung der Elemente Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei war zum Zeitpunkt der Durchführung der Marktkontrollen noch nicht gegeben. Einzig für das Element Blei konnten zuverlässige Werte ermittelt werden. Die Einsatzfähigkeit des Geräts zur Bestimmung von Schwermetallen insbesondere in beschichteten Holzwerkstoffplatten ist eingeschränkt, weil nur die Oberflächen beprobt werden.

2. Ausgangslage

In der Schweiz fallen nach Angaben der Branche jährlich mehr als 700'000 Tonnen Holzabfälle an, die einer Verwertung zugeführt werden müssen. Diese Holzabfälle sind unterschiedlich mit Schadstoffen belastet. Je nach Anfallort des Holzes teilt die Luftreinhalte-Verordnung (LRV, SR 814.318.142.1) vom 16. Dezember 1985 im Anhang 5 Ziffer 31 Holz und Holzabfälle in vier Kategorien ein. Mit der Zuteilung der Holzmaterialien in eine der vier Kategorien werden deren thermische Verwertungsmöglichkeiten festgelegt. Diese Einteilung ist für die Holzverwertungsindustrie von zentraler wirtschaftlicher Bedeutung.

2.1. Die vier Kategorien von Holz und Holzabfällen

Holz und Holzabfälle werden in der Luftreinhalte-Verordnung in die vier folgenden Kategorien eingeteilt:

Kategorie	Beispiele
Naturlassenes Holz	Naturlassenes stückiges Holz einschliesslich anhaftender Rinde, insbesondere Scheitholz, Holzbriketts, Reisig und Zapfen Naturlassenes nichtstückiges Holz, insbesondere Holzpellets, Hackschnitzel, Späne, Sägemehl, Schleifstaub und Rinde
Restholz	Produktionsabfälle aus der Holzverarbeitenden Industrie und dem Holzverarbeitenden Gewerbe, soweit das Holz nicht druckimprägniert ist und keine Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen enthält
Altholz	Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten oder Renovationen, Restholz von Baustellen, Altholz aus Verpackungen einschliesslich Paletten und alte Holzmöbel, sowie Gemische davon mit Holzbrennstoffen
Problematische Holzabfälle	Altholz oder Holzabfälle, die mit Holzschutzmitteln nach einem Druckverfahren imprägniert wurden oder Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen aufweisen Mit Holzschutzmitteln wie Pentachlorphenol intensiv behandelte Holzabfälle oder Altholz Gemische von solchen Abfällen mit Holzbrennstoffen oder Altholz

Tabelle 1: Die vier Kategorien von Holz gemäss Luftreinhalte-Verordnung

2.2. Thermische Verwertung von Holz und Holzabfällen

Anhang 5 Ziffer 31 der LRV definiert, dass nur naturlassenes Holz und Restholz als Holzbrennstoffe gelten. Nicht als Holzbrennstoffe gelten Altholz und problematische Holzabfälle. Altholz kann in Altholzfeuerungen nach Anhang 2 Ziffer 72 LRV verwertet werden und problematische Holzabfälle sind in Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) nach Anhang 2 Ziffer 71 LRV zu verbrennen.

Das Bundesamt für Energie (BFE), das Bundesamt für Umwelt (BAFU), die Umweltschutzbehörden aller Kantone und Holzenergie Schweiz haben dazu ein aufschlussreiches Merkblatt verfasst, das sich an Betreiber von Holzheizungen richtet und in dem die wichtigsten Informationen über den richtigen Umgang mit verschiedenen Brennholzsortimenten übersichtlich zusammengestellt sind.¹

¹ Holzfeuerungen richtig betreiben – Brennstoff und Ascheentsorgung; Merkblatt für Industrie- und Gewerbebetriebe; Herausgegeben vom Bundesamt für Energie (BFE), dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), den Umweltschutzbehörden aller Kantone und Holzenergie Schweiz (www.holzenergie.ch / Downloads & Shop / Anlagen-Betrieb / Artikel Nr. 208); Juni 2008

2.3. Stoffliche Verwertung von Holzabfällen

Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV (SR 814.81) vom 18. Mai 2005 lässt die stoffliche Verwertung von Holzabfällen zu: Bei der Herstellung von Holzwerkstoffen darf Altholz als so genannter Sekundärrohstoff in Holzwerkstoffen verwendet werden, solange die dort festgelegten Grenzwerte für Holzwerkstoffe eingehalten werden (Anhang 2.17 Artikel 1 und 2 ChemRRV).

2.4. Altholz als kontrollpflichtiger Abfall

Die Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA, SR 814.610) vom 22. Juni 2005 regelt insbesondere, und im Kontext mit den Holzabfällen von Bedeutung, den Inlandverkehr mit kontrollpflichtigen Abfällen. Als andere kontrollpflichtige Abfälle definiert die VeVA im Artikel 2 Ziffer 2 Buchstabe b Abfälle, deren umweltverträgliche Entsorgung aufgrund ihrer Zusammensetzung, ihrer chemisch-physikalischen oder ihrer biologischen Eigenschaften auch im Inlandverkehr beschränkte besondere technische oder organisatorische Massnahmen erfordert.

In der VeVa ist festgelegt, dass das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) ein Abfallverzeichnis erstellt. Dieses heisst Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen (SR 814.610.1) und wurde am 18. Oktober 2005 in Kraft gesetzt. Diese Verordnung klassifiziert Altholz und problematische Holzabfälle als andere kontrollpflichtige Abfälle.

Das Bundesgesetz über Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01) vom 7. Oktober 1983 schreibt in Artikel 26 vor, dass Stoffe nicht für Verwendungen in Verkehr gebracht werden dürfen, bei denen sie, ihre Folgeprodukte oder Abfälle bei vorschriftsgemäsem Umgang die Umwelt oder mittelbar die Menschen gefährden können.

Daraus ergibt sich, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Schadstoffgehalte nicht alle Qualitäten von Holzabfällen zur stofflichen Verwertung für die Herstellung von Holzwerkstoffen wie Spanplatten, Mitteldichte Holzfaserverplatten (MDF-Platten, Medium Density Boards), Grobspanplatten (OSB-Platten, Oriented Strand Boards) oder Sperrholzplatten eignen.

2.5. Welche Holzabfälle eignen sich zur Herstellung von Holzwerkstoffen?

2.5.1 Grenzwerte für Schadstoffe in Holzwerkstoffen der Chemikalienrisikoreduktionsverordnung (ChemRRV)

Im Abschnitt 1 des Anhangs 2.17, in Verbindung mit Artikel 3 der ChemRRV werden für einige Stoffe, die in Holzwerkstoffen enthalten sein können, Grenzwerte definiert, bei deren Überschreiten die Holzwerkstoffe durch einen Hersteller nicht in Verkehr gebracht werden dürfen (vgl. Tabelle 2).

Es stellt sich die Frage, welche Holzabfälle sich eignen, um daraus gesetzeskonforme, d.h. den Anforderungen der ChemRRV genügende Holzwerkstoffe herzustellen.

2.5.2 Richtwerte für Schadstoffe in Altholz der Vollzugshilfe Holzabfälle des BAFU

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) behandelt die Frage nach der für die Herstellung von Holzwerkstoffen geeigneten Holzabfällen in der Publikation Betrieb von Anlagen für die Zwischenlagerung, Zerkleinerung, Verwertung und Verbrennung von Holzabfällen (Vollzugshilfe Holzabfälle), die zur Zeit in einem Entwurf März 2007 vorliegt. Darin wird ausgeführt, dass einzig naturbelassenes Holz, Restholz sowie Altholz, deren Schadstoffgehalte unter gewissen, im Anhang B der Vollzugshilfe aufgeführten Richtwerten liegen (vgl. Tabelle 2), zur Herstellung von Holzwerkstoffen verwendet werden dürfen.

2.6. Behördliche Kontrollen von Stoffen und Gegenständen auf Konformität mit den Bestimmungen der Chemikalienrisikoreduktionsverordnung (ChemRRV)

Der Artikel 18 der ChemRRV legt fest, dass die kantonalen Vollzugsbehörden Stoffe, Zubereitungen und Gegenstände, die sich auf dem Markt befinden, kontrollieren. Sie führen Kontrollen bei den Herstellern, Händlern und beruflichen oder gewerblichen Verwendern anhand von Stichproben oder auf Ersuchen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG), des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) oder des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) durch. Sie haben zu überprüfen, ob die Stoffe, Zubereitungen und Gegenstände den Bestimmungen der Anhänge der ChemRRV entsprechen, namentlich was ihre Zusammensetzung, ihre Kennzeichnung und die Information der Abnehmer über sie betrifft und kontrollieren zudem, ob der Umgang mit Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen den Vorschriften der ChemRRV entspricht.

3. Problemstellung und Zielsetzung

3.1. Problemstellung

Holzwerkstoffe sind aus Holzspänen oder -fasern geformte Gegenstände, insbesondere Spanplatten und Faserplatten in roher oder beschichteter Form. Besonders im Ausland werden diese Holzwerkstoffe teilweise oder ganz aus gebrauchtem Holz (Altholz) hergestellt. Je nach Behandlung und vorausgegangener Verwendung des Altholzes können die daraus hergestellten Holzwerkstoffe hohe Gehalte an Schadstoffen aufweisen.

Für verschiedene Schadstoffe in Holzwerkstoffen legt die ChemRRV in Anhang 2.17 Grenzwerte fest. Holzwerkstoffe, welche diese Werte nicht einhalten, dürfen seit dem 1. August 2006 weder durch Händler noch durch Importeure in Verkehr gebracht werden.

An der Tagung Plattform Marktkontrolle vom 16. März 2006 wurde beschlossen, eine gesamtschweizerische Marktkontrolle zur Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte bezüglich Schadstoffe in Holzwerkstoffen durchzuführen. Das Laboratorium der Urkantone erklärte sich bereit, die Federführung dieser Marktkontrolle zu übernehmen und präsentierte an der Plattform Marktkontrolle vom 12. September 2006 Details über deren Durchführung.

3.2. Zielsetzung

Mit der Holzwerkstoffkampagne 2007 sollten die mit der Marktkontrolle von Chemikalien beauftragten kantonalen Fachstellen die Einhaltung der Schadstoff-Grenzwerte der ChemRRV für Holzwerkstoffe, die am 1. August 2005 neu in Kraft getreten sind, überprüfen.

Dazu sollten Holzwerkstoffe wie rohe und beschichtete Spanplatten, Faserplatten und Sperrholzplatten hinsichtlich der verbotenen Inhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber, Benzo[a]pyren, Pentachlorphenol und polychlorierte Biphenyle (Anhang 2.17 Artikel 2 ChemRRV) untersucht werden. Zusätzlich sollte auch der Gehalt an Chrom, Kupfer, Chlor, Fluor und Zink in Holzwerkstoffen bestimmt werden. Diese Elemente gelangen oft über recycelte Holzabfälle in neue Holzwerkstoffe. Stichprobenkontrollen von Holzabfällen können hier möglicherweise Hinweise bezüglich Umsetzung der Vollzugshilfe Holzabfälle geben.

Zusätzlich sollten auch einige Proben von Holzbrennstoffen hinsichtlich Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen überprüft werden. Massgebend dafür ist die Schweizer Norm SN166000 'Prüfung fester Brennstoffe – Presslinge aus naturbelassenem Holz – Anforderungen und Prüfung'.

Alle Grenzwerte/Richtwerte sind in der nachstehenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Im Rahmen der Holzwerkstoffkampagne 2007 sollte zudem geprüft werden, in wie weit für Analysen vor Ort und insbesondere für die zerstörungsfreie Analyse von Fertigprodukten auf kostengünstige, mobile Röntgenfluoreszenzspektroskopie-Geräte (mobile XRF-Geräte) zurückgegriffen werden kann.

4. Grenzwerte, Richtwerte und Normen

	Holzwerkstoffe		Holzabfälle		Holzpellets Holzbriketts
	ChemRRV Anhang 2.17 [1]		Vollzugshilfe Holzabfälle Entwurf März 2007 [2]		SN 166000 [3]
	Grenzwert ab 13.2.08	Grenzwert bis 13.2.08	Richtwerte 1 für Material- verwendung	Richtwerte 2 Unterscheidung problematische und anderen Holzabfälle	Grenzwerte für Spurenstoffe
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Arsen (As)	25	2	2	5	0.8
Blei (Pb)	90	90	30	500	10
Cadmium (Cd)	50	2	2	5	0.5
Quecksilber (Hg)	25	0.4	0.4	1	0.05
Benzo(a)pyren	0.5	0.5			-
Pentachlorphenol (PCP)	5	3	3	5	-
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	aufgehoben	5	3	5	-
Chrom (Cr)			30	100	8
Kupfer (Cu)			20	100	5
Chlor (Cl)			600	5000	300
Fluor (F)			100	200	
Zink (Zn)			400	1000	100
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)			5	15	-
Schwefel (S)					800
Stickstoff (N)					3000
Extrahierbare, organisch gebundene Halogenverb. (EOX)					3

Tabelle 2: Gesetzliche Vorgaben für Holzwerkstoffe, Holzabfälle und feste Holzbrennstoffe

[1] Im Rahmen der Teilrevision des Bundesgesetzes über die technischen Handelshemmnisse (THG, SR 946.51) vom 6. Oktober 1995 hat der Bundesrat am 31. Oktober 2007 über Abweichungen vom EG-Recht und über die Anwendbarkeit des Cassis-de-Dijon-Prinzips entschieden. In diesem Beschluss hat er unter anderem das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beauftragt, die Grenzwerte von Anhang 2.17 Holzwerkstoffe der ChemRRV an den vom

europäischen Holzwerkstoffverband erarbeiteten Industriestandard² anzupassen. Die Anpassung ist am 1. März 2008 in Kraft getreten.

- [2] Die Zusammensetzung der für die Produktion von Holzwerkstoffen vorgesehenen Holzabfälle muss die Richtwerte in Spalte 1 einhalten. Holzabfälle, deren Zusammensetzung einen der Richtwerte in Spalte 2 überschreitet, müssen als problematische Holzabfälle klassifiziert werden und dürfen nicht in Altholzfeuerungen entsorgt werden. Sie gehören in Zementwerke oder Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA).
- [3] Für Holzbrennstoffe sind Grenzwerte in der SN166000 Prüfung fester Brennstoffe – Presslinge aus naturbelassenem Holz – Anforderungen und Prüfung festgelegt. Diese Schweizer Norm entspricht der Norm des Deutschen Instituts für Normung DIN 51731:1996.

² European Panel Federation (EPF) Industry Standard
(http://www.europanel.org/pdf/Environment_WoodRecycling_Standard2.pdf)

5. Durchführung der Kampagne

5.1. Durchführung

Die Durchführung einer Schwerpunktaktion zur Überprüfung des Verbots von Schadstoffen in Holzwerkstoffen wurde an der Tagung Plattform Marktkontrolle vom 16. März 2006 beschlossen und vom Laboratorium der Urkantone federführend durchgeführt. Ein zeitliches Ablaufschema der Holzwerkstoffkampagne 2007 ist in der Tabelle 3 dargestellt.

Kalenderwoche 2007	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
Einladung Kantone 24.01.07																									
Anmeldung Kantone																									
Vorbereitung mobile XRF																									
Vorbereitung. Laborvergleich																									
Sitzung Analytiker 15.05.07																									
Versand Proben Laborvergleich																									
Analyse Proben Laborvergleich																									
Auswertung Laborvergleich																									
Sitzung mit Kantonen 13.06.07																									
Probenahme Kantone																									
Probenvorbereitung & - Verteilung																									
Analyse Proben																									
Resultatzusammenstellung																									

Tabelle 3: Zeitliches Ablaufschema Holzwerkstoffkampagne 2007

5.2. Probenerhebung

Folgende 15 Kantone haben im Rahmen dieser Kampagne Proben erhoben:

Nr.	Kanton	Institution	Kontaktperson Telefon, E-Mail	Postadresse
1	Aargau	Amt für Verbraucherschutz, Chemiesicherheit	Roland Arnet Tel. 062 / 835 30 90 roland.arnet@ag.ch	Obere Vorstadt 14, 5000 Aarau
2	Appenzell Ausserrhoden	Amt für Umwelt, Abteilung Wasser und Stoffe	Rolf Beier Tel. 071 / 353 65 28 rolf.beier@ar.ch	Kasernenstr. 17, 9102 Herisau
3	Basel-Landschaft	Amt für Umweltschutz und Energie	Lukas Wegmann Tel. 061 / 925 64 79 aue.umwelt@bl.ch	Rheinstr. 29, 4410 Liestal
4	Bern	Kantonales Laboratorium, Abteilung Umweltsicherheit	Albert Ammann Tel. 031 / 633 11 41 albert.ammann@gef.be.ch	Muesmattstr. 19, 3000 Bern
5	Freiburg	Laboratoire cantonal de Fribourg	Marcel Cosandey Tel. 026 / 422 73 03 cosandeym@fr.ch	Chemin du Musée 15, 1700 Freiburg
6	Fürstentum Liechtenstein	Amt für Umweltschutz, Fachstelle Chemikalien	Iris Ziörjen Tel. 0042 / 3 / 236 61 95 iris.zioerjen@aus.liv.li	Industriestr. 3, FL-9495 Triesen
7	Genf	Service du pharmacien cantonal	François Zosso Tel. 022 / 839 98 66 francois.zosso@etat.ge.ch	Avenue de Beau-Séjour 24, 1206 Genève
8	Graubünden	Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit	Roland Fiechter Tel. 081 / 257 26 78 roland.fiechter@alt.gr.ch	Planaterrastr. 11, 7001 Chur

Nr.	Kanton	Institution	Kontaktperson Telefon, E-Mail	Postadresse
9	Luzern	Fachstelle Chemikalien beim Kantonsapotheker	Martina Rivola Tel. 041 / 228 71 05 martina.rivola@lu.ch	Meyerstr. 20, 6002 Luzern
10	Solothurn	Amt für Umwelt, Fachstelle Gefahrstoffe	Werner Friedli Tel. 032 / 627 24 53 werner.friedli@bd.so.ch	Greibenhof Werkhofstr. 5, 4509 Solothurn
11	St. Gallen	Kantonales Amt für Lebensmittelkontrolle	Roland Epper Tel. 071 / 229 28 18 roland.epper@sg.ch	Blarerstr. 2, 9001 St. Gallen
12	Thurgau	Kantonales Laboratorium	Adrian Leutenegger Tel. 052 / 724 24 77 adrian.leutenegger@tg.ch	Spannerstr. 20, 8510 Frauenfeld
13	Waadt	Service de l'environnement et de l'énergie (SEVEN)	Bertrand Dubey Tel. 021 / 316 43 62 bertrand.dubey@vd.ch	Chemin d. Boveresses 155, 1066 Epalinges
14	Zug	Amt für Lebensmittelkontrolle	René Beck Tel. 041 / 741 60 66 rene.beck@gd.zg.ch	Zugerstr. 50, 6312 Steinhausen
15	Zürich	Kantonales Labor, Abteilung Chemikalien	Urs Näf Tel. 043 / 244 71 70 urs.naef@klzh.ch	Fehrenstr. 15, 8032 Zürich

Tabelle 4: Kantone, die an der Probenerhebung mitgemacht haben mit verantwortlichen Stellen

Alle erhobenen Proben wurden von den kantonalen Fachstellen zusammen mit den dazugehörigen ausgefüllten Probenerhebungsrapporten an das Laboratorium der Urkantone geschickt. Dort wurden die Proben zentral erfasst. Anschliessend wurde von den Proben (rohe und beschichtete Spanplatten, MDF- und OSB-Platten, Spanplatten, Holzbrennstoffproben und diverse Holzproben) ein Aliquot zerkleinert und gemahlen. Dann verschickte das Laboratorium der Urkantone die zur analytischen Aufarbeitung vorbereiteten aliquotierten Proben an die analysierenden Laboratorien.

5.3. Analysierende Laboratorien

Folgende 6 kantonale Laboratorien haben Analysen durchgeführt:

Nr.	Kanton	Institution	Kontaktperson Telefon, E-Mail	Postadresse
1	Aargau	Amt für Verbraucherschutz, Allgemeine Analytik	Claudius Gemperle Tel. 062 / 835 30 55 Claudius.gemperle@ag.ch	Obere Vorstadt 14, 5000 Aarau
2	Bern	Kantonales Laboratorium	Daniel Kull Tel. 031 / 633 11 11 daniel.kull@gef.be.ch	Muesmattstrasse 19 3012 Bern
3	Genf	Service cantonal de toxicologie industrielle et de protection contre les pollutions intérieures (STIPI)	Marcel Kohler Tel. 022 / 388 80 70 marcel.kohler@etat.ge.ch	Département du Territoire, République et Canton de Genève Avenue Sainte-Clotilde 23 1211 Genève 8
4	Luzern	Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz	Thomas Kaufmann Tel. 041 248 84 03 thomas.kaufmann@lu.ch	Meyerstrasse 20 6002 Luzern
5	Zürich	Kantonales Labor Bedarfsgegenstände und pflanzliche Lebensmittel	Christoph Bürgi Tel. 043 / 244 71 00 christoph.buerqi@klzh.ch	Fehrenstrasse 15 8032 Zürich
6	Urkantone	Laboratorium der Urkantone Analytik I	Nikos Agorastos Tel. 041 / 825 41 30 nikos.agorastos@laburk.ch	Föhneneichstrasse 15 6440 Brunnen

Tabelle 5: Kantone, die sich an der Analyse der Proben beteiligt haben

5.4. Probenstatistik erhobene Proben

Die untenstehende Tabelle macht ersichtlich, welche Kantone wie viele Proben erhoben haben und welche Laboratorien welche Proben auf welche Parameter hin analysiert haben.

Kanton:	Einwohner	Anzahl Proben	Element-analytik	Pestizide	PCB	PAK	PCP	Benzo-(a)pyren	Chlor & Fluor
AG	570'000	11	11 AG	11 URK	11 AG	11 AG	11 GE	11 AG	11 URK
AG	570'000	8	8 URK	8 URK	8 URK	8 URK		8 URK	8 URK
AR	50'000	12	12 BE	12 BE	12 BE	12 URK	12 GE	12 URK	12 URK
BL	270'000	4	4 URK	4 URK	4 URK	4 URK	4 GE	4 URK	4 URK
BE	960'000	24	24 BE	24 BE	24 BE	24 URK	24 GE	24 URK	24 URK
FR	250'000	2	2 URK	2 URK	2 URK	2 URK		2 URK	2 URK
FL	35'000	11	11 AG	11 URK	11 AG	11 AG	11 GE	11 AG	11 URK
GE	430'000	8	8 LU	8 URK	8 URK	8 URK	8 GE	8 URK	8 URK
GR	190'000	6	6 LU	6 URK	6 URK	6 URK	6 GE	6 URK	6 URK
LU	360'000	10	10 AG	10 URK	10 AG	10 AG	10 GE	10 AG	10 URK
LU	360'000	4	4 URK	4 URK	4 URK	4 URK		4 URK	0 URK
SO	250'000	7	7 LU	7 URK	7 AG	7 AG	7 GE	7 AG	7 URK
SG	460'000	16	16 LU	16 URK	16 URK	16 URK	16 GE	16 URK	16 URK
TG	230'000	25	25 URK	25 URK	25 URK	25 URK	25 GE	25 URK	25 URK
VD	650'000	10	10 LU	10 URK	10 AG	10 AG	10 GE	10 AG	10 URK
VD	650'000	1	1 URK	1 URK	1 URK	1 URK		1 URK	1 URK
ZG	110'000	2	2 URK	2 URK	2 AG	2 AG	2 GE	2 URK	2 URK
ZH	1'270'000	27	27 ZH	27 URK	27 URK	27 URK	27 GE	27 URK	27 URK
TL	6'085'000	188	188	188	188	188	173	188	184

Tabelle 6: Anzahl erhobene Proben pro Kanton / Anzahl analysierte Proben pro Labor

AG: Amt für Verbraucherschutz, Allgemeine Analytik
 BE: Kantonales Laboratorium, Abteilung Fremdstoffanalytik
 GE: Service cantonal de toxicologie industrielle et de protection contre les pollutions intérieures
 LU: Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz
 ZH: Kantonales Labor, Abteilung Bedarfsgegenstände und pflanzliche Lebensmittel
 URK: Laboratorium der Urkantone, Abteilung Analytik I

6. Analytik

Die angegebenen Methodenbeschreibungen beziehen sich auf die Methoden, die vom Laboratorium der Urkantone eingesetzt wurden. Die anderen analysierenden Laboratorien haben ihre eigenen Methoden eingesetzt. Um die Leistungsfähigkeiten der einzelnen Verfahren vergleichen zu können und sicherzustellen, dass die von den verschiedenen Laboratorien ermittelten Analysenergebnisse vergleichbar sind, hat das Laboratorium der Urkantone mit den analysierenden Laboratorien vorgängig zur Analytik der Holzwerkstoffproben einen Laborvergleich durchgeführt.

6.1. Aliquotierung und Vorbereitung der Proben

6.1.1 Hobeln von Span-, Faser und Sperrholzplatten sowie von Massivholzproben

Die Holzproben wurden in einen Schraubstock eingespannt und mit einer Handhobelmaschine (z.B. Bosch oder Black & Decker) gehobelt. Der Auswurf wurde mit einem luftdurchlässigen Papiersack aufgefangen. Das gehobelte Holz wurde falls erforderlich zusätzlich mit einer Messermühle weiter verfeinert. Pro Probe wurden ungefähr 200g „Holzmehl“ auf diese Weise hergestellt.

6.1.2 Zerkleinern von Pellets und Briketts

Holzpellets und Holzbriketts wurden mit einer Schlagkreuzmühle zerkleinert. Auch für diese Probenart wurden ca. 200g „Holzmehl“ pro Probe hergestellt.

6.2. Elementbestimmung mit optischer Emissionsspektrometrie und induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)

Die Proben werden mit Hilfe eines Mikrowellendruckaufschlusses in Lösung gebracht. In den auf diese Weise erhaltenen Lösungen werden die Schwermetallkonzentrationen mittels ICP-OES resp. Kaltdampf-AAS (für Quecksilber) bestimmt.

6.2.1 Probenaufarbeitung

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0223.01 Elemente in Industrie- und Abfallproben fest

Einwaage: 1g Holz, gemahlen

Aufschlusslösung: 2mL H₂O, 8mL HNO₃ 65%, 2mL H₂O₂ 30%, 2mL NH₄F 20%

Mikrowellendruckaufschlussgerät: MLS 1200 mega

Aufschlussprogramm: 250W (5min), 500W (5min), 650W (5min), Ventilation (20min)

Die Aufschlusslösung wird aus dem Aufschlussgefäss in einen 50mL Messkolben überführt. Der Messkolben wird anschliessend zur Marke mit Reinwasser aufgefüllt.

6.2.2 Endbestimmung von Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Zink (Zn) mit ICP-OES

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0241.01 Elemente Endbestimmung mit ICP-OES 3000 XL mit Cross-Flow

Messlösung: Aufschlusslösung gemäss SOP PV 0223.01; Verdünnungen je nach Konzentration der einzelnen Elemente (linearer Bereich)

ICP-OES: Perkin-Elmer 300XL mit Crossflow-Zerstäuber

Bestimmungsgrenzen: As: 2.5mg/kg; Pb, Cd, Cr, Cu, Zn: 0.5mg/kg

Messunsicherheiten: +/- 10%

6.3. Bestimmung von Quecksilber (Hg) mittels Kaltdampf-Atomabsorptionsspektroskopie (Kaltdampf-AAS)

6.3.1 Probenaufarbeitung

Die Probenaufarbeitung erfolgte wie für die übrigen Elemente (vgl. Kapitel 6.2.1)

6.3.2 Endbestimmung von Hg mit Kaltdampf-AAS

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0099.02 Quecksilber Kaltdampf mit LabAnalyzer

Messlösung: Aufschlusslösung gemäss SOP PV 0223.01 (Probenaufarbeitung); Verdünnungen je nach Konzentration der einzelnen Elemente (linearer Bereich)

LabAnalyzer 254 MERCURY INSTRUMENTS (Kaltdampf-AAS-Gerät)

Bestimmungsgrenze: 0.025mg/kg

Messunsicherheit: +/- 20%

6.4. Bestimmung von Chlor (Cl) und Fluor (F)

6.4.1 Probenaufarbeitung mit Schöniger-Aufschluss

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0275.01

Zur Bestimmung der Gehalte an Chlor und Fluor in Holz werden die gemahlene Holzproben im Schöniger-Verfahren oxidativ aufgeschlossen. Die Konzentrationen der Elemente in der Aufschlusslösung werden anschliessend mittels Ionenchromatographie (IC) bestimmt. Dabei wird ein Aliquot der gemahlene Holzprobe in einem Schönigerkolben in einer Sauerstoffatmosphäre vollständig verbrannt. Der Verbrennungsrückstand wird anschliessend im IC-Eluent aufgenommen, wobei sich die Asche problemlos vollständig im IC-Eluent löst!

Einwaage: 100mg gemahlene Holz; Endvolumen: 10mL IC-Eluent

Grösse Schöniger-Kolben: 1000mL

6.4.2 Endbestimmung von F und Cl mittels Ionenchromatographie

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0033.01 IC Standardionen

Die Anionen Fluorid und Chlorid werden mit einem Carbonat-/Hydrogencarbonat-Eluenten auf einer Anionenaustauschersäule als stationärer Phase ionenchromatographisch aufgetrennt. Die Bestimmung der Ionen erfolgt nach Suppression (Leitfähigkeitserniedrigung des Eluenten) durch Leitfähigkeitsdetektion.

Dionex-Ionenchromatographie-System DX 120 mit Leitfähigkeitsdetektor und selbstregenerierendem Suppressor ASRS-ULTRA 4mm

Anionenaustauschersäule Dionex AS9HC-SC (mit Anionenaustauschervorsäule AG9HC-SC)

Loop 25µL

Bestimmungsgrenzen: F: 20mg/kg; Cl: 100mg/kg

6.5. Bestimmung von Polychlorierten Biphenylen (PCB), Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und von Holzschutzmitteln

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0119.01 Bestimmung von PAK, PCB und Holzschutzmitteln in Holz

Die Extraktion der Proben erfolgt mit Toluol in Soxhlet-Apparaturen. Nach einer Filtration werden die Extrakte auf 1mL Endvolumen eingeeengt. Die Endbestimmung erfolgt mittels Gaschromatographie mit Massenspektrometer (GC/MS) im Single-Ion-Monitoring (SIM)-Mode.

6.6. Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP)

Die Bestimmungen von Pentachlorphenol wurden alle durch das Laboratorium des Service cantonal de toxicologie industrielle et de protection contre les pollutions intérieures (STIPI); Département du Territoire, République et Canton de Genève, durchgeführt.

Methode STIPI: MO-ME003

Die Proben werden mit einem Gemisch Ethanol/Toluol 68/32 (g/g) in einem Ultraschallbad extrahiert. Die Endbestimmung der Extrakte erfolgt mittels Gaschromatographie mit Elektroneneinfang-Detektor (GC/ECD), nach einer Derivatisierung von Pentachlorphenol mit Essigsäurechlorid (Acetylchlorid).

Bestimmungsgrenze: 0.5mg/kg

Messunsicherheit: +/- 20%

7. Resultate und Diskussion

Insgesamt wurden 188 Proben erhoben und analysiert. Diese Proben können in die folgenden Kategorien eingeteilt werden: Rohe Spanplatten (22), Beschichtete Spanplatten (46), MDF-Platten (22), OSB-Platten (11), Sperrholz-Platten (12), Holzbrennstoffe (31), Diverse Holzproben (44).

Die Resultate sind in den Resultattabellen des Anhangs 1 detailliert aufgeführt.

Die Auswertung der Holzwerkstoffproben erfolgte in erster Priorität aufgrund der Grenzwerte der ChemRRV für Holzwerkstoffe, in zweiter Priorität gemäss den Richtwerten des Entwurfs der Vollzugshilfe Holzabfälle vom März 2007 (vgl. Tabelle 2). Dabei gilt es festzuhalten, dass die Grenzwerte der ChemRRV bedeutend höher liegen als die Richtwerte 1 des Entwurfs für die Vollzugshilfe Holzabfälle vom März 2007. Die Forderung der Vollzugshilfe Holzabfälle, dass die Zusammensetzung der für die Produktion von Holzwerkstoffen vorgesehenen Holzabfälle die Richtwerte 1 einhalten müssen, ist noch nicht abgestimmt mit den Grenzwerten der ChemRRV. Die Richtwerte 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle sollten eher höher liegen als die Grenzwerte der ChemRRV, da davon auszugehen ist, dass für die Produktion von Holzwerkstoffen nicht nur gebrauchtes Altholz, sondern auch naturbelassenes Holz oder Restholz eingesetzt wird, das nicht oder viel weniger belastet ist.

Erhoben wurden neben Holzwerkstoffen aber auch Holzbrennstoffe. Diese Proben wurden anhand der Grenzwerte für Spurenstoffe der *SN166000 Prüfung fester Brennstoffe – Presslinge aus naturbelassenem Holz – Anforderungen und Prüfung* ausgewertet.

Die Resultate der Analysen der diversen Holzproben sind der Vollständigkeit halber im Anhang 1 aufgeführt, sind aber nicht ausgewertet worden. Es handelt sich dabei vornehmlich um Massivholzproben diverser Art.

Ferner gilt es zu erwähnen, dass die Grenzwerte der ChemRRV am 13. Februar 2008 an den vom europäischen Holzwerkstoffverband erarbeiteten Industriestandard³ angepasst wurden. Diese neuen Grenzwerte sind, abgesehen von denjenigen für Blei und Benzo(a)pyren, die unverändert geblieben sind, weniger streng als die bis dann gültigen Schweizer Grenzwerte.

7.1. Rohe Spanplatten

Von den 22 rohen Spanplatten erfüllte eine (5%) den Grenzwert der ChemRRV bezüglich Blei von 90ppm mit 125ppm nicht. Eine weitere Probe überschritt mit 3.3ppm den Grenzwert der ChemRRV für Arsen von 2ppm, der bis am 13. Februar 2008 Gültigkeit hatte.

Zudem wurde einmal der Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle bezüglich PAK und Blei, sowie zweimal der Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle für Kupfer überschritten. Insgesamt wurden sieben Überschreitungen des Richtwerts 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle für Chlor festgestellt.

Für die rohen Spanplatten kann aus diesen Untersuchungen geschlossen werden, dass vor allem erhöhte Arsen-, Blei- und Kupferwerte gefunden werden. Weshalb der Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle für Chlor in 7 von 22 Proben überschritten worden ist, gilt es noch abzuklären. Wichtig zu wissen wäre, worauf die Chlorbelastungen überhaupt zurückzuführen sind.

³ European Panel Federation (EPF) Industry Standard
(http://www.europanel.org/pdf/Environment_WoodRecycling_Standard2.pdf)

7.2. Beschichtete Spanplatten

Drei Proben von 46 beschichteten Spanplatten überschritten mit 104ppm, 129ppm und 222ppm den Grenzwert der ChemRRV für Blei (7%). Die alten Schweizer Grenzwerte wurden zudem von vier Proben für Arsen (Grenzwert 2.0ppm, neu 25ppm) überschritten (2.0ppm, 2.35ppm, 3.2ppm, 5.4ppm) und von zwei Proben für Cadmium (2.0ppm und 3.9ppm; Grenzwert 2.0ppm; neu: 50ppm).

Erhöhte Werte (Überschreitungen der Richtwerte 1 oder gar der Richtwerte 2 der Vollzugshilfe Holzabfälle) wurden für PAK (13 / 28%), Blei (13 / 28%), Kupfer (2 / 4%) sowie wiederum für Chlor (19 / 41%) gefunden.

Die beschichteten Spanplatten zeigten für dieselben Parameter wie die rohen Spanplatten erhöhte Werte. Die Belastungen sind deutlich höher als bei den rohen Spanplatten.

7.3. Mitteldichte Faserplatten und Grobspanplatten (MDF- und OSB-Platten)

Insgesamt wurden 33 MDF- und OSB-Platten erhoben. Bei diesen Proben wurden zwei Grenzwertüberschreitungen für Blei festgestellt (97ppm und 257ppm). Eine Probe erfüllte den „alten Schweizer Grenzwert“ für Arsen nicht (4.3ppm).

In denselben Proben wurden auch erhöhte PAK-Werte (Überschreitungen der Richtwerte 1 resp. 2 der Vollzugshilfe Holzabfälle) gefunden. In einer weiteren Probe wurde ein erhöhter Arsen-Wert (Überschreitung des alten Grenzwerts der ChemRRV) festgestellt.

Festzuhalten gilt es ferner, dass die Chlorwerte für diese Probenart insgesamt tiefer ausfallen. Nur in 4 der 33 Proben (12%) wurde der Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle für Chlor überschritten. In einer Probe wurde zudem ein Zink-Gehalt über dem Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle festgestellt.

7.4. Sperrholz-Platten

Für die 12 Sperrholz-Platten Proben wurde ein erhöhter Cadmium-Gehalt (Überschreitung des „alten“ Grenzwerts der ChemRRV von 2.0ppm) festgestellt. Auffallend auch bei dieser Probenart die erhöhten Chlorgehalte: 4 Proben (33%) wiesen einen Gehalt über dem Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle auf.

7.5. Holzbrennstoffe

Insgesamt wurden 31 Holzbrennstoffproben erhoben. Dabei wurden 11 (33%) Überschreitungen von Grenzwerten der SN166000 festgestellt. Viermal wurden zu hohe Kupfer- und Chlor-Werte, sowie je einmal erhöhte Cadmium- und Zink-Werte bestimmt.

Für die Holzbrennstoffe gilt dasselbe wie für die Spanplatten: Der Grund für die erhöhten Chlorwerte sollte eruiert werden. Die Grenzwertüberschreitungen für Kupfer lassen sich mit dem relativ strengen Grenzwert der SN166000 von 5ppm (gegenüber 20ppm als Richtwert 1 der Vollzugshilfe Holzabfälle) erklären, zeigen aber doch, dass entweder nicht nur naturbelassenes Holz und Restholz zur Herstellung von Holzbrennstoffen verwendet wird, oder aber dass Restholz sehr stark belastet sein kann.

8. Mobile Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF): Möglichkeiten und Grenzen zur Untersuchung von Holzwerkstoffen

Die mobile Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF) hat in den letzten Jahren einen grossen technologischen Sprung gemacht. Aufgrund der Angaben von Geräteherstellern scheint es möglich, die Einhaltung der Grenzwerte der ChemRRV für Holzwerkstoffe ausgenommen Quecksilber mit diesen Geräten auch vor Ort zerstörungsfrei überprüfen zu können.

Die Idee des Einsatzes der mobilen XRF ist überzeugend. Die Geräte sind sehr handlich (vgl. Abbildung 1), können über eine gewisse Zeit netzunabhängig betrieben werden und sind bei Beachtung der Handhabungsvorschriften sicher. Die Analysenergebnisse liegen für alle der Messung zugänglichen Elemente innerhalb ungefähr einer Minute vor.



Abbildung 1: Mobiles XRF-Gerät

Allerdings muss sich der Anwender der Technik bewusst sein, dass das analysierte Probenvolumen aufgrund der Durchdringungskraft von elektromagnetischer Strahlung und Elektronen auf eine relativ dünne Oberflächenschicht der Probe beschränkt ist. Dies kann bei einer Anreicherung von Elementen in den oberflächennahen Regionen oder bei kontaminierten Oberflächen zu Fehlinterpretationen der Analysenergebnisse führen. Daher sind die Homogenität der Probe und die Probenahme für Messungen mit dem mobilen XRF-Gerät von grosser Bedeutung.

Im Rahmen der Holzwerkstoffkampagne 2007 wurde das mobile XRF-Gerät NITON XLt 797y auf seine Tauglichkeit für die Marktkontrolle von Holzwerkstoffen gemäss den Anforderungen der ChemRRV und den Richtwerten des Entwurfs vom März 2007 der Vollzugshilfe Holzwerkstoffe getestet (vgl. Tabelle 2). Dazu wurden Holzstandards mit verschiedenen Konzentrationen der Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Zink und Chlor dotiert. Diese Standards wurden anschliessend mit der mobilen XRF, stationärer XRF und der klassischen Atomabsorption (AAS) sowie der optischen Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) in einem Laborversuch gemessen. Anhand der Ergebnisse dieses Laborvergleichs konnten Aussagen zur Leistungsfähigkeit der mobilen XRF gemacht werden.

Die Resultate der Messungen der fünf verschiedenen dotierten Holzproben sind im Anhang 2 zusammengestellt und werden im Kapitel 8.3 erörtert.

8.1. Elementbestimmung mit mobiler XRF

Prüfvorschrift Laboratorium der Urkantone: SOP PV 0273.01 Elemente in Feststoffproben mit mobiler XRF

Mobiles XRF-Gerät: NITON XLt 797y

Probenvorbereitung: Holzwerkstoff mit einer Hobelmaschine fein hobeln (vgl. Kapitel 6.1).

8.2. Kalibrierung des XRF-Geräts

Zur Evaluation und Kalibrierung des XRF-Geräts wurden 5 Holz-Standards hergestellt, wovon 4 mit den Elementen As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Cl und F im relevanten Konzentrationsbereich (vgl. Tabelle 2) dotiert wurden.

Als Blank wurde ein aus dem Handel bezogenes, extrem saugstarkes Weichholzgranulat verwendet.

Zum Spiken wurden die Elemente Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei und Zink in 1000mg/L Lösungen Merck Certipur eingesetzt. Zink würde als $ZnNO_3 \cdot 4H_2O$ p.a., Chlor als NH_4Cl suprapur, Fluor als NH_4F p.a. eingesetzt.

Für die einzelnen Standards 1-4 wurden die in Tabelle 7 (rechte Tabellenhälfte) angegebenen Mengen in [mL] resp. in [g] je Standard in ein 5L Becherglas gegeben. Dann wurde die Lösung mit den Elementen auf 3L Endvolumen gestellt. Anschliessend wurde in die 4 Bechergläser je 1kg Blankholz gegeben. Dieses hatte die Fähigkeit, gerade die 3L Lösung aufzusaugen. Die feuchten gespikten Holzproben wurden in eine grosse Porzellanschale gegeben und darauf im Ofen bei 60°C während 3 Tagen getrocknet. Die getrockneten Holzstandards wurden homogenisiert und zur Aufbewahrung in Gläser mit Schraubdeckel abgefüllt.

Die untenstehende Tabelle 7 gibt über die gespikte Konzentration und die Herstellung der Spikeproben Auskunft.

Element	Spike (Sollkonzentrationen)					Zugabe auf 1 kg Probe					Einheit
	Blank [mg/kg]	Std 1 [mg/kg]	Std 2 [mg/kg]	Std 3 [mg/kg]	Std 4 [mg/kg]	Blank	Std 1	Std 2	Std 3	Std 4	
Arsen	0.0	10.0	1.0	5.0	2.0	0.000	10.000	1.000	5.000	2.000	[mL]
Cadmium	0.0	2.0	10.0	1.0	5.0	0.000	2.000	10.000	1.000	5.000	[mL]
Chrom	0.0	30.0	100.0	15.0	500.0	0.000	30.000	100.000	15.000	500.000	[mL]
Kupfer	0.0	100.0	10.0	500.0	20.0	0.000	100.000	10.000	500.000	20.000	[mL]
Quecksilber	0.0	5.0	1.0	10.0	0.4	0.000	5.000	1.000	10.000	0.400	[mL]
Nickel	0.0	50.0	500.0	10.0	100.0	0.000	50.000	500.000	10.000	100.000	[mL]
Blei	0.0	100.0	30.0	15.0	200.0	0.000	100.000	30.000	15.000	200.000	[mL]
Zink	0.0	200.0	1000.0	400.0	2000.0	0.000	0.800	3.998	1.599	7.995	[g]
Chlor	0.0	250.0	5000.0	10000.0	1000.0	0.000	0.377	7.534	15.068	1.507	[g]
Fluor	0.0	1000.0	50.0	200.0	100.0	0.000	1.949	0.097	0.390	0.195	[g]
Total Lösung [mL]						0.000	297.000	652.000	556.000	827.400	[mL]
Total Salze [g]						0.000	3.126	11.629	17.057	9.697	[g]

Tabelle 7: Herstellung von gespikten gemahlene Holzproben zur Kalibrierung der mobilen XRF

8.3. Laborvergleich – Bewertung Leistungsfähigkeit mobiles XRF

In einem Laborvergleich, an dem neun verschiedene Laboratorien teilgenommen haben, wurde die Leistungsfähigkeit der mobilen XRF mit derjenigen der stationären XRF, der AAS, sowie der ICP-OES verglichen. Verwendet wurden hierbei eine „gewachsene“ und homogen gemahlene Altholzprobe sowie die fünf Holzstandardproben, die für die Kalibration des mobilen XRF-Geräts des Laboratoriums der Urkantone verwendet worden sind (vgl. Tabelle 7). Die Resultate dieses Laborvergleichs sind im Anhang 2 zusammengestellt.

In der Abbildung 2 sind die Resultate des Laborvergleichs der Laboratorien 1 und 3-7 für die Elemente Blei (100.0mg/kg), Chrom (30.0mg/kg), Kupfer (100.0mg/kg) und Zink (200.0mg/kg) im Holzstandard 1 grafisch dargestellt.

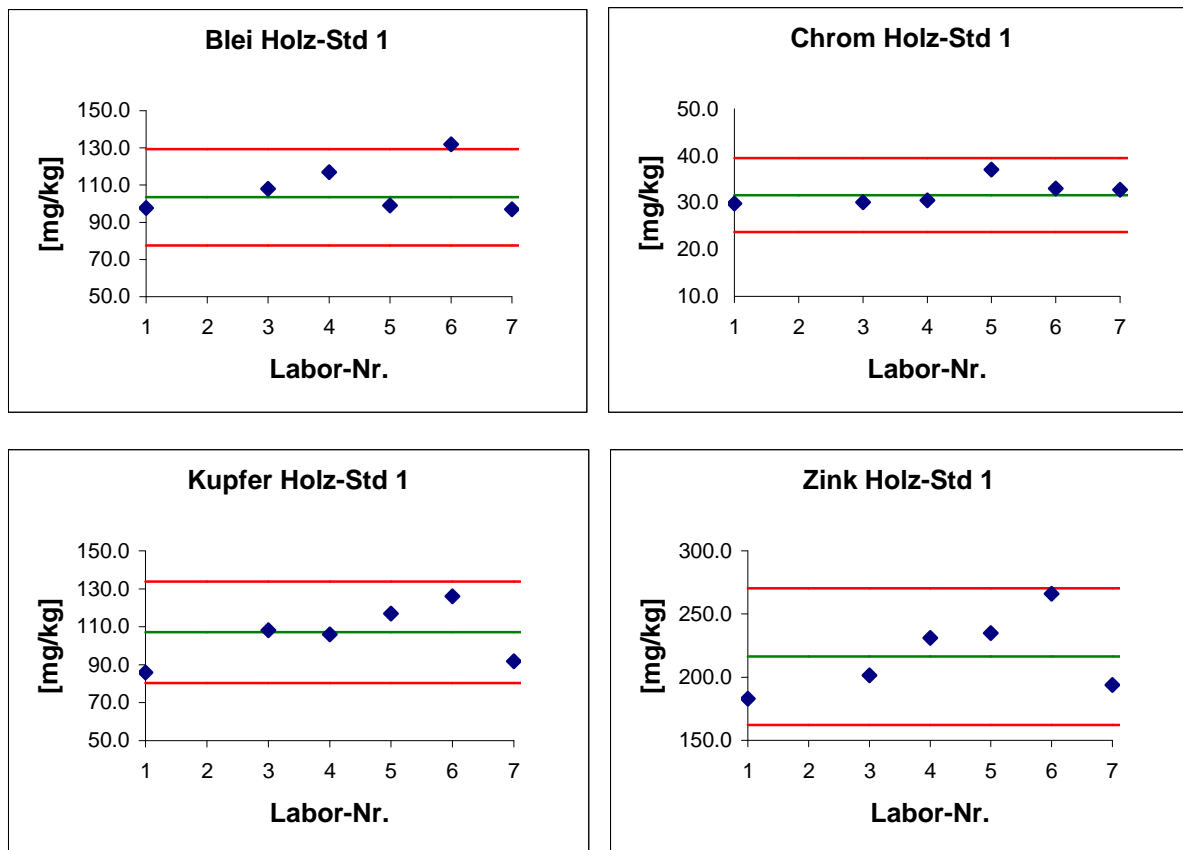


Abbildung 2: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Resultate des Laborvergleichs der Laboratorien 1 und 3-7 für die Elemente Blei (100.0mg/kg), Chrom (30.0mg/kg), Kupfer (100.0mg/kg) und Zink (200.0mg/kg) im Holzstandard 1; grün: Median; rot: Median +/- 25%; Rohdaten vgl. Anhang 2; Laboratorium 2 hat diese Probe nicht analysiert.

Labor 1: ICP-MS
 Labor 3: ICP-OES
 Labor 4: AAS
 Labor 5: AAS
 Labor 6: stationäre XRF
 Labor 7: mobile XRF

Die untenstehende Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die Einsatzmöglichkeiten der mobilen XRF im Rahmen der Holzwerkstoffkontrolle.

Die Werte der Laboratorien mit ICP- resp. AAS-Analytik können die angegebenen Prüf- und Richtwerte, selbstverständlich Chlor und Fluor ausgenommen, vernünftig absichern.

Die stationäre XRF schafft dies ebenfalls, allerdings nicht oder nur teilweise für die Elemente Arsen, Cadmium und Quecksilber, mit einer Nachweisgrenze von je 10mg/kg. Chlor kann mit der stationären XRF auch im Bereich 300mg/kg sicher nachgewiesen werden.

Element	ChemRRV	vgl Holz-Std	mobiles XRF	Vollzugshilfe Holzabfälle Richtwerte 2	vgl Holz-Std	mobiles XRF
Arsen	25.0	4	nein	5.0	1	nein
Blei	90.0	1	ja	500.0	4	ja
Cadmium	2.0	1	nein	5.0	4	nein
Quecksilber	0.05	4	nein	1.0	2	nein
Chrom	8.0	3	ja	100.0	2	ja
Kupfer	5.0	2	nein	100.0	1	ja
Chlor	300.0	1	nein	5000.0	2	nein
Fluor	100.0	4	nein	200.0	3	nein
Zink	100.0	1	ja	1000.0	2	ja

Tabelle 8 Bewertung Leistungsfähigkeit mobiles XRF Gerät

Die mobile XRF Stand der Entwicklung 2007 eignet sich zur Feststellung von Grenzwertüberschreitungen der ChemRRV (vgl. Tabelle 2) für die Elemente Blei, Chrom und Zink. Bei Blei handelt es sich um das Element, für welches im Rahmen der in der vorliegenden Studie Grenzwertüberschreitungen festgestellt worden sind. Die Technik eignet sich auch zur Überprüfung der Richtwerte 2 der Vollzugshilfe Holzabfälle hinsichtlich der Elemente Blei, Chrom, Kupfer und Zink. Der in der Abbildung 2 dargestellte Holzstandard 1 enthält diese Elemente in der Grössenordnung der entsprechenden Grenzwerte resp. der entsprechenden Richtwerte 2.

Auffällig sind die hohen Arsen-Werte, die im Rahmen des Laborvergleichs von den drei mobilen XRF-Geräten angegeben werden, wenn die Probe hohe Bleigehalte hat (Holz-Standard 1 und Holz-Standard 4). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Blei $L\alpha$ - und die Arsen $K\alpha$ -Linie energetisch (mit 10.53keV resp. 10.55keV) nahe zusammenliegen und die Spektren-Auswertesoftware der verwendeten Geräte dieses Problem (noch) nicht beherrscht.

Die Anwendung des Gerätes vor Ort verläuft problemlos. Allerdings ist auf eine sorgfältige Dokumentation der erhobenen Resultate zu achten, falls die ermittelten Daten später im Labor für statistische Zwecke oder gar für Beanstandungen gebraucht werden sollten!

Geräte der neusten Generation sind viel leistungsfähiger als das in der vorliegenden Studie eingesetzten Gerät. Die Entwicklung scheint so zu verlaufen, dass in absehbarer Zukunft Grenzwertüberschreitungen aller anorganischen Parameter der ChemRRV vor Ort abgeklärt werden können.

Allerdings gilt es zu beachten, dass die vorliegende Studie zeigt, dass die problematischsten Holzwerkstoffe die beschichteten Spanplatten darstellen, wie sie beispielsweise zur Herstellung von Möbeln Verwendung finden. Diese können mit dem mobilen XRF vor Ort in der Regel (es kommt vor, dass ein nicht beschichteter Teil zugänglich ist) nicht zerstörungsfrei analysiert werden, da die XRF nur oberflächennahe Bestimmungen von Elementen zulässt.

9. Folgerungen und Erkenntnisse aus der Schwerpunktaktion Holzwerkstoffe und Altholz 2007

9.1. Einhaltung der Grenzwerte der ChemRRV für Holzwerkstoffe

Die Grenzwerte für Holzwerkstoffe in Anhang 2.17 ChemRRV werden recht gut eingehalten. Lediglich für das Element Blei wurden Überschreitungen des Grenzwerts festgestellt und zwar in sechs von 113 untersuchten Holzwerkstoffproben (5%).

9.2. Marktsituation Holzbrennstoffe

Bei 11 der 31 untersuchten Holzbrennstoffproben (33%) wurden Grenzwertüberschreitungen der SN166000 festgestellt. Die Durchführung einer breiteren Kampagne Holzbrennstoffe wäre angezeigt.

9.3. Elementbestimmung in Holzproben mittels AAS oder ICP-OES

Die Elementanalytik von Holzproben im Labor mittels AAS oder ICP-OES ist problemlos möglich und wird von vielen Laboratorien angeboten.

9.4. Bestimmung von Chlor und Fluor in Holzproben

Laborbestimmungen von Chlor und Fluor in Holzwerkstoffen lassen sich im Labor mit dem Schönigeraufschluss und der Endbestimmung mittels Ionenchromatographie sehr zuverlässig und effizient durchführen. In der Literatur sind meistens apparativ sehr aufwändige Verfahren beschrieben. Die Zuverlässigkeit der in der Literatur publizierten Daten ist nicht über jeden Zweifel erhaben. Die in dieser Studie ermittelten Werte sind bezüglich Relevanz noch zu bewerten. Methodenvergleiche sind für die Zukunft wünschenswert.

9.5. Bestimmung von PAK, PCB und PCP in Holzproben

Die Bestimmung von PAK, PCB und PCP in Holzproben wird immer noch nur von wenigen Laboratorien angeboten. Dies, weil die Analytik immer noch nicht standardisiert ist. Dies lässt sich auch an den verschiedenen Verfahren, die die Laboratorien im Rahmen des Laborvergleichs eingesetzt haben, erkennen. Es wäre sehr sinnvoll, wenn im Rahmen einer Arbeitsgruppe von verschiedenen Laboratorien verlässliche Methoden entwickelt werden würden.

9.6. Einsatz der mobilen XRF zur Marktkontrolle von Holzwerkstoffen

Der Einsatz der mobilen XRF zur Marktkontrolle von Holzwerkstoffen ist als eher ungeeignet einzustufen. Dies vor allem wegen der Inhomogenität des Werkstoffes Holzwerkstoff und weil die problematischsten Holzwerkstoffe die beschichteten Spanplatten darstellen. Aufgrund der geringen Eindringtiefe der Röntgenstrahlen in das Probenmaterial können diese Holzwerkstoffe nicht analysiert werden, ohne die Beschichtung mechanisch vorgängig zu zerstören.

Mit der neuesten Generation der mobilen XRF Geräte wurden neue Dimensionen hinsichtlich Empfindlichkeit erreicht, was diese für die Marktkontrolle interessanter macht.

10. Dank

Das Laboratorium der Urkantone dankt dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) für die finanzielle Unterstützung der Marktkontrolle Holzwerkstoffe und Altholz 2007.

Ganz herzlich ist an dieser Stelle allen Kantonen, die an der Probenerhebung teilgenommen haben und allen Laboratorien, die sich an der Analytik beteiligt haben, gedankt.

Eduard Back (BAFU), Simon Liechti (BAFU), Nikos Agorastos (Laboratorium der Urkantone), Beat Bettler (Laboratorium der Urkantone) und Willi Vock (Holzenergie Schweiz) haben wertvolle Hinweise zur Fertigstellung des vorliegenden Berichts gegeben.

Ein spezieller Dank gebührt Michael Walker, der im Jahr 2006 die Lehre zum Chemielaborant im Laboratorium der Urkantone erfolgreich abgeschlossen hat und vom Sommer 2007 bis im März 2008 die Schwerpunktaktion vorbildlich „gemanagt“ hat. Ohne sein gewissenhaftes Sammeln, Mahlen und Verteilen der Proben an die Laboratorien und die übersichtliche Zusammenstellung der eingegangenen Resultate wäre das Erstellen dieses Berichts nicht oder nur mit einem erheblichen Mehraufwand möglich gewesen.

Anhang 1: Resultate Holzwerkstoffkampagne 2007

Spanplatten roh

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 bis 13.02.2008					0.50	-	5.00	3.00	-	2.00	90.00	2.00	-	-	-	0.40			
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 ab 13.02.2008					0.50	-	-	5.00	-	25.00	90.00	50.00	-	-	-	25.00			
Richtwerte Volzugshilfe Holzabfälle für Materialverwendung						5	3.00	3.00	-	2.00	30.00	2.00	30.00	20.00	-	0.40	400.00	600	100
Richtwerte Vollzugshilfe Holzabfälle problematische/andere Abfälle						15	5.00	5.00	-	5.00	500.00	5.00	100.00	100.00	-	1.00	1000.00	5000	200
AG	US-200700435	26643	AG-HK-0703	Belgien	0.23	9.46	<0.50	0.70	<0.25	<0.60	125.00	0.40	8.30	7.60	n.a.	<0.10	165.00	559	20
AG	US-200700436	26643	AG-HK-0704	Deutschland	<0.05	1.57	<0.50	0.70	<0.25	<0.60	5.00	0.24	1.60	1.60	n.a.	<0.10	31.00	732	<20
AG	US-200700440	26643	AG-HK-0708	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	0.80	0.15	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	13.00	523	<20
AG	US-200700441	26643	AG-HK-0709	Deutschland	0.24	4.89	<0.50	0.60	<0.25	<0.60	2.70	0.15	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	29.00	282	<20
AG	US-200700843	26643	AGHK-0711	Frankreich	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	<1.25	1.42	<0.50	<0.50	1.69	<0.50	<0.01	7.00	329	31
AG	US-200700855	26643	AGHK-0717		<0.02	4.50	<0.25	n.a.	<0.25	1.74	16.85	0.53	15.29	26.38	1.31	0.04	54.20	409	25
AG	US-200700856	26643	AGHK-0718		<0.02	3.10	<0.25	n.a.	<0.25	3.27	16.64	<0.50	4.94	5.23	0.84	0.01	30.90	207	25
AR	US-200700448	26656	AR 05	Österreich	<0.20	<0.20	<0.02	1.90	<0.20	<0.60	0.84	<0.10	0.63	1.79	0.42	<0.20	17.20	319	<20
BE	US-200700527	26682	BE-19417		<0.20	<0.20	<0.02	1.80	<0.20	<0.57	14.20	0.30	3.80	3.90	0.60	<0.18	41.30	327	<20
LU	US-200700576	26793	07. Mrz	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	1.50	<0.25	<0.60	0.60	0.08	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	7.60	198	36
LU	US-200700591	26793	07. Okt	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	1.40	<0.25	0.80	15.00	0.37	5.70	4.10	n.a.	<0.10	84.00	446	28
SO	US-200700678	27048	wf_SO_007	Deutschland	<0.05	2.15	<0.50	1.00	<0.25	0.55	7.49	0.17	5.26	6.71	0.70	0.01	22.10	260	20
SG	US-200700560	26740	GB/SG/10	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.80	<0.25	0.17	5.61	0.13	2.33	4.24	0.88	0.02	32.30	206	<20
SG	US-200700561	26740	GB/SG/11	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	2.00	<0.25	<0.05	0.15	0.04	<0.10	0.77	<0.25	<0.01	8.92	124	<20
TG	US-200700648	26968	TG-09		<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.63	1.49	<0.25	0.36	59.60	0.59	<0.01	9.58	3821	<20
TG	US-200700660	26968	TG-21		<0.02	<3.00	<0.25	1.00	<0.25	<0.63	1.15	<0.25	<0.25	1.11	0.43	<0.01	5.45	1071	<20
TG	US-200700661	26968	TG-22		<0.02	<3.00	<0.25	1.80	<0.25	<0.63	7.91	<0.25	0.63	1.31	0.57	<0.01	18.40	969	<20
ZH	US-200700748	27261	Hb-1112	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	1.55	0.31	<0.50	1.28	<1.00	<0.02	18.10	848	31
ZH	US-200700749	27261	Hb-1113		<0.02	<3.00	<0.25	0.90	<0.25	1.75	67.40	0.93	4.79	5.36	<1.00	<0.02	136.00	761	21
ZH	US-200700750	27261	Hb-1114	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	0.81	0.09	0.62	1.97	<1.00	<0.02	10.70	282	<20
ZH	US-200700756	27261	Hb-1121	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	1.00	<0.25	0.65	21.40	0.20	11.70	13.50	1.10	<0.02	54.70	1036	<20
ZH	US-200700761	27261	Hb-1126	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	0.67	0.06	<0.50	1.30	<1.00	<0.02	9.62	216	32

Spanplatten beschichtet

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 bis 13.02.2008					0.50	-	5.00	3.00	-	2.00	90.00	2.00	-	-	-	0.40			
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 ab 13.02.2008					0.50	-	-	5.00	-	25.00	90.00	50.00	-	-	-	25.00			
Richtwerte Volzugshilfe Holzabfälle für Materialverwendung						5	3.00	3.00	-	2.00	30.00	2.00	30.00	20.00	-	0.40	400.00	600	100
Richtwerte Vollzugshilfe Holzabfälle problematische/andere Abfälle						15	5.00	5.00	-	5.00	500.00	5.00	100.00	100.00	-	1.00	1000.00	5000	200
AG	US-200700433	26643	AG-HK-0701	Italien	0.33	19.90	<0.50	0.60	<0.25	0.70	66.50	0.49	9.60	12.00	n.a.	<0.10	185.00	1472	28
AG	US-200700434	26643	AG-HK-0702	Italien	0.46	24.00	0.68	0.70	<0.25	0.90	68.50	1.10	21.00	75.00	n.a.	0.11	220.00	4076	36
AG	US-200700438	26643	AG-HK-0706	Deutschland	0.14	7.23	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	14.00	0.21	6.40	15.00	n.a.	<0.10	86.00	248	<20
AG	US-200700844	26643	AGHK-0712	Italien	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	2.11	5.15	<0.50	0.85	2.00	0.59	<0.01	44.93	219	<20
AG	US-200700845	26643	AGHK-0713	Italien	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	1.90	16.09	<0.50	3.99	5.63	1.89	0.01	68.49	281	31
AG	US-200700846	26643	AGHK-0714	Frankreich	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	1.31	3.36	<0.50	1.15	11.95	1.11	<0.01	9.38	880	27
AG	US-200700847	26643	AGHK-0715	Italien	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	1.75	12.60	<0.50	0.81	1.78	1.04	<0.01	12.60	18368	<20
AR	US-200700449	26656	AR 06	Österreich	<0.20	<0.20	<0.02	2.20	<0.20	<0.60	1.69	<0.10	0.95	1.59	1.27	<0.20	19.60	331	<20
AR	US-200700450	26656	AR 07	Österreich	<0.20	<0.20	<0.02	1.80	<0.20	<0.60	11.00	0.32	3.06	3.16	0.84	<0.20	60.60	520	<20
BL	US-200700799	27419	BL-03	Österreich	<0.02	3.20	<0.25	1.00	<0.25	<1.25	35.00	<0.50	4.78	5.82	1.12	0.01	50.00	496	22
BL	US-200700800	27419	BL-04	Österreich	<0.02	<3.00	<0.25	0.50	<0.25	<1.25	1.98	<0.50	<0.50	1.53	0.69	<0.01	9.80	154	<20
BE	US-200700521	26682	BE-19411	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.50	<0.20	1.60	19.90	0.40	14.70	13.50	1.20	<0.18	75.80	321	<20
BE	US-200700524	26682	BE-19414	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.40	<0.20	<0.57	0.80	0.30	0.70	1.60	0.60	<0.18	22.90	194	<20
BE	US-200700528	26682	BE-19418	Österreich	<0.20	<0.20	<0.02	1.30	<0.20	<0.57	8.40	0.20	2.20	2.50	1.00	<0.18	47.00	345	<20
FL	US-200700605	26961	FL-02	Österreich	0.06	7.00	<0.50	0.70	<0.25	<0.60	3.00	0.18	7.20	13.00	n.a.	<0.14	34.00	149	<20
FL	US-200700613	26961	FL-10	Polen	<0.05	<1.00	<0.50	1.30	<0.25	<1.25	2.34	<0.50	2.43	1.64	<0.50	<0.01	10.50	141	29
FL	US-200700614	26961	FL-11	Polen	<0.05	<1.00	<0.50	1.50	<0.25	<1.25	1.15	<0.50	<0.50	0.82	<0.50	<0.01	6.40	126	20
GE	US-200700478	26665	RM-GE5	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.90	<0.25	0.06	2.44	0.07	0.55	4.19	0.25	<0.01	12.30	164	<20
LU	US-200700575	26793	07. Feb	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	4.70	0.10	2.70	3.90	n.a.	<0.10	22.00	447	58
LU	US-200700581	26793	07. Aug	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	0.60	<0.25	<0.60	1.20	0.09	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	8.60	569	32
LU	US-200700858	26793	Jul 42	Schweiz	<0.02	3.60	<0.25	n.a.	<0.25	<1.25	57.27	<0.50	6.21	5.66	0.66	0.02	114.34	n.a.	n.a.
LU	US-200700860	26793	Jul 44	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	<1.25	32.47	<0.50	2.26	2.17	0.98	<0.01	8.49	n.a.	n.a.
TG	US-200700640	26968	TG-01		<0.02	<3.50	<0.25	2.10	<0.25	<0.63	0.58	<0.25	<0.25	1.31	0.63	<0.01	9.89	1697	<20
TG	US-200700641	26968	TG-02		<0.02	<3.50	<0.25	1.70	<0.25	<0.63	1.73	<0.25	0.33	1.28	0.45	0.01	10.10	779	<20

Marktkontrolle Holzwerkstoffe und Altholz 2007 – Abschlussbericht

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
TG	US-200700642	26968	TG-03		<0.02	<3.50	<0.25	1.80	<0.25	<0.63	0.47	<0.25	<0.25	0.76	<0.25	<0.01	12.10	784	44
TG	US-200700649	26968	TG-10		<0.02	<3.50	<0.25	2.10	<0.25	1.07	12.10	<0.25	2.51	1.02	0.26	<0.01	11.00	739	<20
TG	US-200700651	26968	TG-12		<0.02	<3.50	<0.25	1.20	<0.25	3.17	2.01	<0.25	3.53	3.58	0.82	<0.01	12.40	1011	<20
TG	US-200700657	26968	TG-18		<0.02	<3.00	<0.25	1.40	<0.25	1.54	8.98	3.92	2.76	1.31	0.41	<0.01	9.29	4915	<20
TG	US-200700658	26968	TG-19		<0.02	<3.00	<0.25	2.00	<0.25	<0.63	1.11	<0.25	0.38	1.09	0.74	0.01	15.80	898	<20
TG	US-200700659	26968	TG-20		<0.02	<3.00	<0.25	2.30	<0.25	0.66	0.59	<0.25	0.29	1.09	0.42	<0.01	8.57	144	<20
ZG	US-200700766	27366	RB 117		0.13	6.60	0.86	0.80	<0.25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	363	<20
ZG	US-200700767	27366	RB 118		<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	648	<20
ZH	US-200700736	27261	Hb-1100	Frankreich	<0.02	10.90	<0.25	0.80	<0.25	0.68	22.10	0.31	8.53	5.80	2.72	0.04	69.90	353	<20
ZH	US-200700739	27261	Hb-1103	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	1.40	<0.25	2.00	74.50	0.43	8.34	6.17	1.50	<0.02	151.00	462	<20
ZH	US-200700740	27261	Hb-1104	Italien	<0.02	9.80	<0.25	2.00	<0.25	5.35	222.00	2.04	16.60	21.00	4.11	0.11	223.00	1169	25
ZH	US-200700741	27261	Hb-1105	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	0.50	<0.25	0.12	2.02	0.24	0.77	1.97	1.50	<0.02	16.10	210	<20
ZH	US-200700745	27261	Hb-1109	Schweiz	<0.02	7.90	<0.25	0.80	<0.25	1.57	129.00	0.56	10.90	16.20	2.72	0.06	246.00	1737	57
ZH	US-200700746	27261	Hb-1110	Schweiz	<0.02	27.60	<0.25	1.30	<0.25	2.35	104.00	0.57	18.30	12.10	2.52	0.04	248.00	1111	38
ZH	US-200700747	27261	Hb-1111	Schweiz	<0.02	6.00	<0.25	1.20	<0.25	1.09	54.90	0.67	7.62	9.86	4.04	0.05	219.00	752	35
ZH	US-200700751	27261	Hb-1115	Deutschland	<0.02	7.80	<0.25	1.00	<0.25	0.41	32.80	0.20	5.77	11.90	1.20	<0.02	49.90	730	<20
ZH	US-200700752	27261	Hb-1116	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	1.00	<0.25	0.18	4.58	0.15	2.05	3.21	1.02	<0.02	56.10	305	<20
ZH	US-200700753	27261	Hb-1117		<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	1.26	0.08	0.66	1.66	<1.00	<0.02	12.80	219	<20
ZH	US-200700754	27261	Hb-1118	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	0.90	<0.25	9.13	0.54	0.09	11.70	9.26	<1.00	<0.02	11.40	247	<20
ZH	US-200700757	27261	Hb-1122		<0.02	<3.00	<0.25	0.80	<0.25	<0.10	0.48	0.19	<0.50	1.18	<1.00	<0.02	16.50	528	<20
ZH	US-200700758	27261	Hb-1123	Italien	<0.02	10.50	<0.25	0.60	<0.25	0.88	35.00	0.35	8.84	15.40	4.28	<0.02	119.00	1050	28
ZH	US-200700759	27261	Hb-1124		<0.02	5.50	<0.25	0.90	<0.25	1.15	62.30	0.41	7.27	10.70	2.49	0.06	164.00	836	32

Mitteldichte Faserplatten (MDF-Platten)

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 bis 13.02.2008					0.50	-	5.00	3.00	-	2.00	90.00	2.00	-	-	-	0.40			
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 ab 13.02.2008					0.50	-	-	5.00	-	25.00	90.00	50.00	-	-	-	25.00			
Richtwerte Volzugshilfe Holzabfälle für Materialverwendung						5	3.00	3.00	-	2.00	30.00	2.00	30.00	20.00	-	0.40	400.00	600	100
Richtwerte Vollzugshilfe Holzabfälle problematische/andere Abfälle						15	5.00	5.00	-	5.00	500.00	5.00	100.00	100.00	-	1.00	1000.00	5000	200
AG	US-200700437	26643	AG-HK-0705	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	0.60	0.03	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	4.90	6900	<20
AG	US-200700442	26643	AG-HK-0710	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	1.40	0.14	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	11.00	124	<20
AG	US-200700848	26643	AGHK-0716	Italien	<0.02	10.30	<0.25	n.a.	<0.25	<1.25	96.90	0.53	21.18	13.68	2.14	0.08	208.10	358	27
BL	US-200700798	27419	BL-02	Portugal	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<1.25	0.90	<0.50	<0.50	0.80	<0.50	<0.01	3.00	701	<20
BE	US-200700522	26682	BE-19412	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	0.60	<0.20	<0.57	0.50	0.20	1.00	1.80	2.80	<0.18	11.10	182	<20
BE	US-200700523	26682	BE-19413	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	0.70	<0.20	<0.57	0.40	0.20	0.40	1.00	0.30	<0.18	11.90	206	21
BE	US-200700529	26682	BE-19419	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.57	1.30	<0.10	1.20	1.80	3.70	<0.18	11.00	389	<20
BE	US-200700530	26682	BE-19420	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.57	0.40	0.20	0.60	1.10	0.20	<0.18	23.70	312	20
BE	US-200700536	26682	BE-19426	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.60	<0.20	<0.57	0.60	0.20	3.00	2.40	0.60	<0.18	11.90	213	<20
FL	US-200700604	26961	FL-01	Österreich	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	<0.60	0.10	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	11.00	291	<20
FL	US-200700608	26961	FL-05	Belgien	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	10.00	0.26	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	28.00	189	<20
GE	US-200700474	26665	RM-GE2	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	0.08	1.50	0.17	0.53	2.25	0.35	<0.01	19.80	257	29
GE	US-200700477	26665	RM-GE4	Irland	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	0.10	0.10	0.83	2.57	<0.20	<0.01	6.75	151	26
LU	US-200700577	26793	07. Apr	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	<0.60	0.10	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	11.00	222	81
SO	US-200700679	27048	wf_SO_008	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.05	0.53	0.08	0.58	1.20	0.80	<0.01	8.10	219	<20
SO	US-200700681	27048	wf_SO_012	Belgien	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.05	0.64	0.16	1.23	1.61	1.13	<0.01	8.30	250	<20
SG	US-200700559	26740	GB/SG/09	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	0.69	0.10	0.58	0.88	0.31	<0.01	5.33	588	<20
TG	US-200700650	26968	TG-11		<0.02	<3.50	<0.25	0.60	<0.25	4.32	1.10	<0.25	3.46	3.35	0.45	<0.01	10.30	128	<20
ZH	US-200700737	27261	Hb-1101	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	1.09	0.12	<0.50	1.32	<1.00	<0.02	13.60	186	<20
ZH	US-200700738	27261	Hb-1102	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.20	0.39	0.18	0.90	1.12	<1.00	<0.02	9.31	226	<20
ZH	US-200700743	27261	Hb-1107	Frankreich	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	0.38	0.11	1.50	0.98	<1.00	<0.02	10.50	389	26
ZH	US-200700744	27261	Hb-1108	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	0.46	0.16	<0.50	1.67	<1.00	<0.02	8.56	222	<20

Grobspanplatten (OSB-Platten)

Kanton	Probenummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probenummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 bis 13.02.2008					0.50	-	5.00	3.00	-	2.00	90.00	2.00	-	-	-	0.40			
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 ab 13.02.2008					0.50	-	-	5.00	-	25.00	90.00	50.00	-	-	-	25.00			
Richtwerte Volzugshilfe Holzabfälle für Materialverwendung						5	3.00	3.00	-	2.00	30.00	2.00	30.00	20.00	-	0.40	400.00	600	100
Richtwerte Vollzugshilfe Holzabfälle problematische/andere Abfälle						15	5.00	5.00	-	5.00	500.00	5.00	100.00	100.00	-	1.00	1000.00	5000	200
BE	US-200700525	26682	BE-19415	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.90	<0.20	<0.57	0.10	0.20	<0.20	1.10	<0.10	<0.18	13.20	194	<20
BE	US-200700535	26682	BE-19425	Österreich	<0.20	<0.20	<0.02	2.00	<0.20	<0.57	0.40	<0.10	<0.20	2.00	0.20	<0.18	12.30	313	<20
FR	US-200700939	27652	FR-01	Schweiz	<0.10	<3.00	<0.50	n.a.	n.a.	<1.25	1.71	<0.50	2.35	1.56	0.59	<0.01	11.70	168	58
FR	US-200700940	27652	FR-02	Schweiz	<0.10	<3.00	<0.50	n.a.	n.a.	<1.25	2.75	<0.50	1.11	1.71	0.52	<0.01	16.80	153	25
LU	US-200700579	26793	07. Jun	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	0.60	<0.25	<0.60	2.10	0.16	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	17.00	429	178
SG	US-200700554	26740	GB/SG/04	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.30	<0.25	<0.05	0.33	0.05	<0.10	1.43	0.52	<0.01	4.73	226	<20
TG	US-200700664	26968	TG-25		<0.02	32.90	<0.25	2.10	<0.25	1.86	257.00	0.80	12.40	14.00	1.46	n.a.	415.00	1109	<20
VD	US-200700769	27375	BD-VD02		<0.02	<1.00	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	<0.20	0.11	0.30	1.32	<0.40	<0.01	5.82	279	<20
VD	US-200700774	27375	BD-VD07		<0.02	<1.00	<0.25	1.00	<0.25	<0.05	0.32	0.22	1.32	2.47	0.44	<0.01	6.56	215	41
VD	US-200700777	27375	BD-VD10	Luxembourg	<0.02	<1.00	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	0.23	0.17	0.18	1.06	<0.40	<0.01	6.54	704	62
ZH	US-200700760	27261	Hb-1125	Polen	<0.02	<3.00	<0.25	1.20	<0.25	<0.10	0.58	0.23	<0.50	1.30	1.07	<0.02	9.51	364	<20

Sperrholz-Platten

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 bis 13.02.2008					0.50	-	5.00	3.00	-	2.00	90.00	2.00	-	-	-	0.40			
Grenzwerte ChemRRV Anhang 2.17 ab 13.02.2008					0.50	-	-	5.00	-	25.00	90.00	50.00	-	-	-	25.00			
Richtwerte Volzugshilfe Holzabfälle für Materialverwendung						5	3.00	3.00	-	2.00	30.00	2.00	30.00	20.00	-	0.40	400.00	600	100
Richtwerte Vollzugshilfe Holzabfälle problematische/andere Abfälle						15	5.00	5.00	-	5.00	500.00	5.00	100.00	100.00	-	1.00	1000.00	5000	200
AR	US-200700446	26656	AR 03	Rumänien	<0.20	<0.20	<0.02	1.20	<0.20	<0.60	0.11	<0.10	<0.10	0.84	<0.10	<0.20	17.10	606	<20
BE	US-200700537	26682	BE-19427	Finnland	<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.57	0.40	<0.10	<0.20	1.10	<0.10	<0.18	27.30	264	46
FL	US-200700610	26961	FL-07	Italien	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	<0.60	0.42	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	18.00	132	<20
FL	US-200700611	26961	FL-08	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	2.20	<0.25	<0.60	<0.60	0.10	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	6.40	131	<20
LU	US-200700582	26793	07. Sep	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	2.10	<0.25	<0.60	<0.60	0.10	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	12.00	181	34
SO	US-200700680	27048	wf_SO_010	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.05	1.66	<0.01	0.12	0.99	<0.40	<0.01	1.56	612	<20
TG	US-200700653	26968	TG-14		<0.02	<3.50	<0.25	1.90	<0.25	0.74	11.80	0.74	<0.25	0.74	<0.25	<0.01	319.00	729	<20
TG	US-200700654	26968	TG-15		<0.02	<3.50	<0.25	1.40	<0.25	<0.63	3.12	0.38	<0.25	1.34	<0.25	<0.01	5.76	117	<20
TG	US-200700655	26968	TG-16		<0.02	<3.50	<0.25	1.80	<0.25	0.98	4.36	<0.25	0.35	1.06	<0.25	<0.01	7.62	108	<20
TG	US-200700656	26968	TG-17		<0.02	<3.50	<0.25	2.00	<0.25	<0.63	39.90	3.72	0.48	3.08	0.31	0.01	33.80	959	<20
VD	US-200700771	27375	SST-VD04	Frankreich	<0.02	<1.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	<0.20	<0.01	0.24	0.89	0.58	<0.01	<1.00	152	25
ZH	US-200700755	27261	Hb-1120	Finnland	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	0.42	0.08	<0.50	0.80	<1.00	<0.02	16.20	239	<20

Holzbrennstoffe

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
Grenzwerte SN 166000 Prüfung fester Brennstoffe - Holz					-	-	-	-	-	0.80	10.00	0.50	8.00	5.00	-	0.05	100.00	300.00	-
AG	US-200700443	26643	AG-HK-0701A		<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	0.70	0.17	<1.50	4.00	n.a.	<0.10	13.00	215	<20
AR	US-200700444	26656	AR 01		<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.60	0.95	<0.10	0.63	2.22	1.69	<0.20	26.70	372	<20
AR	US-200700453	26656	AR 11		<0.20	<0.20	<0.02	1.70	<0.20	<0.60	9.73	<0.10	1.37	2.64	0.85	<0.20	40.60	398	<20
AR	US-200700454	26656	AR 13		<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.60	0.95	<0.10	0.53	7.53	0.95	<0.20	44.90	421	<20
AR	US-200700455	26656	AR 14		<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.60	0.52	<0.10	0.31	2.62	0.42	<0.20	18.10	233	<20
BL	US-200700797	27419	BL-01	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	0.70	<0.25	<1.25	<0.50	<0.50	<0.50	0.60	<0.50	<0.01	4.00	291	<20
BE	US-200700519	26682	BE-19409	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	0.90	<0.20	<0.57	0.50	<0.10	0.70	1.70	0.40	<0.18	13.90	184	<20
BE	US-200700520	26682	BE-19410	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.10	<0.20	<0.57	0.60	<0.10	0.50	1.20	0.30	<0.18	12.00	246	<20
BE	US-200700538	26682	BE-19428	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	2.70	<0.20	<0.57	0.40	<0.10	<0.20	0.60	<0.10	<0.18	11.20	196	<20
BE	US-200700539	26682	BE-19429	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.00	<0.20	<0.57	0.30	<0.10	<0.20	0.80	<0.10	<0.18	9.50	185	23
BE	US-200700540	26682	BE-19430	Rumänien	<0.20	<0.20	<0.02	1.40	<0.20	<0.57	1.10	0.20	1.00	2.90	0.90	<0.18	23.80	175	<20
BE	US-200700541	26682	BE-19431	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.60	<0.20	<0.57	0.40	<0.10	<0.20	1.00	0.30	<0.18	11.80	170	<20
BE	US-200700542	26682	BE-19432	Schweiz	<0.20	<0.20	<0.02	1.70	<0.20	<0.57	0.80	<0.10	0.80	1.60	0.50	<0.18	10.30	234	<20
GR	US-200700669	26998	GR 1.1	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.90	<0.25	<0.05	0.36	0.10	0.18	23.50	0.28	<0.01	11.00	220	<20
GR	US-200700670	26998	GR 1.2	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.50	<0.25	<0.05	0.19	0.12	0.69	1.22	<0.20	<0.01	12.50	176	23
GR	US-200700671	26998	GR 1.3	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	2.80	<0.25	<0.05	0.45	0.10	0.25	3.07	<0.20	<0.01	9.50	146	<20
GR	US-200700672	26998	GR 1.4	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	0.18	0.10	0.13	0.86	<0.20	<0.01	10.30	381	20
GR	US-200700673	26998	GR 2.1	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	0.19	0.10	<0.10	0.83	<0.20	<0.01	9.50	225	38
GR	US-200700674	26998	GR 2.2	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.80	<0.25	<0.05	3.51	0.10	0.58	1.73	0.25	<0.01	11.00	480	34
LU	US-200700574	26793	07. Jan	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	1.50	<0.25	<0.60	<0.60	0.16	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	10.00	205	64
SO	US-200700682	27048	wf_SO_015	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	0.80	<0.25	<0.05	0.24	0.08	<0.10	0.84	<0.40	<0.01	9.20	207	<20
SO	US-200700683	27048	wf_SO_016	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	0.90	<0.25	<0.05	0.31	0.09	<0.10	1.53	<0.40	<0.01	9.70	205	<20
SO	US-200700684	27048	wf_SO_017	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	1.20	<0.25	<0.05	0.31	0.09	0.13	2.45	0.48	<0.01	9.30	203	<20
SG	US-200700551	26740	GB/SG/01	Tschechien	<0.02	<3.50	<0.25	2.10	<0.25	<0.05	0.59	0.31	0.16	1.00	0.41	<0.01	12.80	287	<20
SG	US-200700553	26740	GB/SG/03	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.90	<0.25	<0.05	0.65	0.13	<0.10	6.34	0.46	<0.01	11.30	298	<20
SG	US-200700556	26740	GB/SG/06	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	0.11	2.20	0.58	6.98	5.29	2.94	0.04	102.00	283	<20
SG	US-200700557	26740	GB/SG/07	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	0.70	<0.25	<0.05	0.17	0.09	<0.10	0.85	0.30	<0.01	8.63	248	<20
VD	US-200700773	27375	MH-VD06		<0.02	<1.00	<0.25	0.60	<0.25	<0.05	1.57	0.39	1.68	1.02	0.50	<0.01	14.00	219	69

Marktkontrolle Holzwerkstoffe und Altholz 2007 – Abschlussbericht

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
VD	US-200700775	27375	MH-VD08	Schweiz	<0.02	<1.00	<0.25	0.50	<0.25	<0.05	0.32	0.09	0.19	1.11	<0.40	<0.01	4.57	178	42
VD	US-200700776	27375	MH-VD09	Schweiz	<0.02	<1.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	0.21	0.14	<0.10	1.39	0.55	<0.01	8.72	343	68
VD	US-200700938	27375	XR-VD11	Schweiz	<0.10	<3.00	<0.50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Diverse Holzproben

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
AG	US-200700439	26643	AG-HK-0707	Deutschland	0.77	56.00	0.61	2.20	<0.25	6.40	229.00	0.42	33.70	117.00	n.a.	0.14	376.00	460	<20
AR	US-200700445	26656	AR 02	Schweiz	<0.20	<0.20	<0.02	1.20	<0.20	<0.60	0.10	<0.10	<0.10	1.57	0.42	<0.20	17.20	786	<20
AR	US-200700447	26656	AR 04		<0.20	<0.20	<0.02	<0.50	<0.20	<0.60	1.06	<0.10	<0.10	1.80	<0.10	<0.20	14.40	282	<20
AR	US-200700451	26656	AR 08		<0.20	<0.20	<0.02	1.10	<0.20	<0.60	0.53	<0.10	3.38	2.00	0.32	<0.20	97.40	408	<20
AR	US-200700452	26656	AR 10		<0.20	<0.20	<0.02	1.10	<0.20	<0.60	0.62	<0.10	<0.10	0.83	0.21	<0.20	12.70	308	<20
BE	US-200700526	26682	BE-19416	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	1.70	<0.20	<0.57	0.10	<0.10	<0.20	0.80	0.30	<0.18	7.40	289	<20
BE	US-200700531	26682	BE-19421	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	0.60	<0.20	<0.57	1.60	<0.10	0.60	2.50	0.30	<0.18	10.40	843	27
BE	US-200700532	26682	BE-19422	Deutschland	<0.20	<0.20	<0.02	0.50	<0.20	<0.57	0.80	<0.10	0.60	1.30	0.50	<0.18	11.50	440	26
BE	US-200700533	26682	BE-19423	Italien	<0.20	<0.20	<0.02	0.50	<0.20	<0.57	0.30	<0.10	1.70	1.00	0.20	<0.18	17.70	303	<20
BE	US-200700534	26682	BE-19424	Ungarn	<0.20	<0.20	<0.02	1.10	<0.20	<0.57	0.20	<0.10	<0.20	1.30	0.20	<0.18	9.50	867	<20
FL	US-200700606	26961	FL-03	Deutschland	<0.05	<1.00	<0.50	0.70	<0.25	<0.60	<0.60	0.05	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	<5.00	133	<20
FL	US-200700607	26961	FL-04	Österreich	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	<0.60	0.08	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	11.00	232	23
FL	US-200700609	26961	FL-06	Tschechien	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	2.30	31.00	0.99	33.00	24.00	n.a.	<0.14	250.00	153	30
FL	US-200700612	26961	FL-09	USA	<0.05	<1.00	<0.50	2.20	<0.25	<0.60	<0.60	0.04	<1.50	<1.50	n.a.	<0.14	16.00	154	<20
GE	US-200700472	26665	RM-GE1	Afrika	<0.02	<3.50	<0.25	1.40	<0.25	<0.05	0.53	0.02	<0.10	1.35	<0.20	<0.01	<5.00	210	60
GE	US-200700475	26665	RM-GE3	Afrika	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	0.75	<0.01	0.13	2.44	<0.20	<0.01	<5.00	153	29
GE	US-200700481	26665	RM-GE6	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.70	<0.25	<0.05	3.05	0.07	0.65	2.52	<0.20	<0.01	17.00	166	<20
GE	US-200700483	26665	RM-GE7	Afrika	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	<0.10	<0.01	<0.10	1.09	<0.20	<0.01	<5.00	179	41
GE	US-200700484	26665	RM-GE8	Afrika	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	<0.10	<0.01	<0.10	1.27	<0.20	<0.01	6.75	131	<20
LU	US-200700578	26793	07. Mai	Spanien	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	1.50	0.13	<1.50	1.50	n.a.	<0.10	76.00	261	73
LU	US-200700580	26793	07. Jul	Schweiz	<0.05	<1.00	<0.50	<0.50	<0.25	<0.60	<0.60	0.18	<1.50	<1.50	n.a.	<0.10	11.00	198	22
LU	US-200700859	26793	Jul 43	Schweiz	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	<1.25	3.15	<0.50	0.54	1.30	0.47	<0.01	127.56	n.a.	n.a.
LU	US-200700861	26793	Jul 45	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	n.a.	<0.25	<1.25	2.50	<0.50	0.57	12.78	0.83	<0.01	9.90	n.a.	n.a.
SG	US-200700552	26740	GB/SG/02	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.10	<0.25	<0.05	0.80	0.13	0.30	1.17	0.39	<0.01	13.80	406	<20
SG	US-200700555	26740	GB/SG/05	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	2.10	<0.25	<0.05	0.31	0.08	1.52	0.75	0.30	<0.01	11.00	368	<20
SG	US-200700558	26740	GB/SG/08	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	0.23	<0.01	0.21	0.47	0.34	<0.01	<2.50	383	<20
SG	US-200700562	26740	GB/SG/12	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	2.90	<0.25	0.10	0.41	0.27	<0.10	0.89	<0.25	<0.01	9.61	232	<20
SG	US-200700563	26740	GB/SG/13	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	0.35	0.19	<0.10	1.15	<0.25	<0.01	6.36	111	<20
SG	US-200700564	26740	RE/SG/01	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	1.50	<0.25	<0.05	<0.10	0.07	<0.10	0.97	0.38	<0.01	5.59	243	<20

Marktkontrolle Holzwerkstoffe und Altholz 2007 – Abschlussbericht

Kanton	Probennummer Laboratorium der Urkantone	Auftragsnummer Laboratorium der Urkantone	Probennummer Erhebungskanton	Herkunft	Benzo-(a)-pyren [mg/kg TS]	PAK [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]	PCP [mg/kg TS]	Pestizide [mg/kg TS]	Arsen [mg/kg TS]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Chrom [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Nickel [mg/kg TS]	Quecksilber [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	Chlorid [mg/kg TS]	Fluorid [mg/kg TS]
SG	US-200700565	26740	RE/SG/02	Deutschland	<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	0.17	0.15	<0.10	0.67	<0.25	<0.01	<2.50	192	<20
SG	US-200700566	26740	RE/SG/03	Schweiz	<0.02	<3.50	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	<0.10	<0.01	<0.10	0.59	<0.25	<0.01	5.00	242	<20
TG	US-200700643	26968	TG-04		<0.02	<3.50	<0.25	1.80	<0.25	<0.63	4.24	<0.25	<0.25	0.69	<0.25	<0.01	6.11	139	<20
TG	US-200700644	26968	TG-05		<0.02	<3.50	<0.25	2.30	<0.25	<0.63	1.35	<0.25	<0.25	0.63	<0.25	<0.01	38.40	140	<20
TG	US-200700645	26968	TG-06		<0.02	<3.50	<0.25	2.40	<0.25	<0.63	291.00	<0.25	33.50	1.95	0.54	<0.01	20.50	598	39
TG	US-200700646	26968	TG-07		<0.02	<3.50	<0.25	<0.50	<0.25	<0.63	50.80	<0.25	1.35	0.66	<0.25	<0.01	225.00	116	<20
TG	US-200700647	26968	TG-08		<0.02	<3.50	<0.25	13.00	<0.25	<0.63	2797.0	<0.25	78.90	3.23	0.29	<0.01	77.40	644	51
TG	US-200700652	26968	TG-13		<0.02	<3.50	<0.25	1.40	<0.25	<0.63	0.76	0.29	<0.25	1.40	<0.25	<0.01	19.00	304	<20
TG	US-200700662	26968	TG-23		<0.02	<3.00	<0.25	14.30	<0.25	<0.63	9.34	<0.25	<0.25	4.69	0.35	0.15	15.50	195	<20
TG	US-200700663	26968	TG-24		<0.02	<3.00	<0.25	2.40	<0.25	0.88	1718.0	0.62	602.00	5.05	0.42	n.a.	1874.0	139	<20
VD	US-200700768	27375	BD-VD01	Deutschland	<0.02	<1.00	<0.25	n.a.	<0.25	0.12	0.91	0.14	0.81	66.00	1.05	<0.01	8.35	183	30
VD	US-200700770	27375	SST-VD03	Frankreich	<0.02	<1.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.05	<0.20	0.22	0.16	1.62	<0.40	<0.01	6.20	153	39
VD	US-200700772	27375	SST-VD05	Deutschland	<0.02	<1.00	<0.25	0.90	<0.25	<0.05	<0.20	0.27	0.17	0.73	<0.40	<0.01	6.66	115	22
ZH	US-200700742	27261	Hb-1106		<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	4.12	45.30	1.85	56.10	22.10	28.80	<0.02	490.00	599	39
ZH	US-200700762	27261	Hb-1127	Deutschland	<0.02	<3.00	<0.25	<0.50	<0.25	<0.10	0.97	0.19	0.56	2.82	<1.00	<0.02	12.50	552	<20

Anhang 2: Resultate Laborvergleich zur Leistungsfähigkeit der mobilen XRF

Resultate Altholzprobe anorganische Parameter

XRF st.: XRF stationär; m. XRF kal.: mobile XRF kalibriert; m. XRF n.k.: mobile XRF nicht kalibriert; leeres Feld: nicht analysiert

Anorganische Parameter:	Spike	Labor1	Labor2	Labor3	Labor4	Labor5	Labor6	Labor7	Labor8	Labor9	Mittelw.1-7	Median1-7	Med+25%	Med-25%
	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]	[mg/kgTS]
Technik:		ICP/MS	ICP/OES	ICP/OES	AAS	AAS	XRF st.	m. XRF kal	m. XRF n.k.	m. XRF n.k.	alleMethoden	alleMethoden	alleMethoden	alleMethoden
Element:														
Arsen	0.0	0.2	0.4	0.8	0.3	<0.5	<10	<10	<9	<10	0.4	0.34	0.43	0.26
Cadmium	0.0	0.6	1.1	0.9	0.5	0.5	<10	<5	<12	<120	0.7	0.6	0.8	0.5
Chrom	0.0	20.8	21.0	19.1	30.9	25.0	20.0	<50	<35	<130	22.8	20.9	26.1	15.7
Kupfer	0.0	15.5	19.3	19.3	248.0	17.0	20.0	<20	<15	<30	56.5	19.3	24.2	14.5
Quecksilber	0.0	0.03	0.11	0.04	0.05	0.5	<10	<10	<3	<30	0.1	0.05	0.06	0.04
Blei	0.0	113.0	91.9	85.1	92.3	66.0	78.0	63.9	51.0	59.0	84.3	85.1	106.3	63.8
Zink	0.0	256.0		168.3	326.0	250.0	165.0	196.0	172.0	130.0	226.9	223.0	278.8	167.3
Chlor	0.0		1240.0	1196.0			1000.0							
Fluor	0.0													

Holzstandard 0

Anorganische Parameter:	Spike	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5	Labor 6	Labor 7	Labor 8	Labor 9
	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
<u>Technik:</u>		ICP-MS	ICP-OES	ICP-OES	AAS	AAS	XRF st.	m. XRF kal.	m. XRF n.k.	m. XRF n.k.
<u>Element:</u>										
Arsen	0.0	< 0.02		0.6	<0.02	< 0.5	<10	<5	<3	<10
Cadmium	0.0	0.2		0.2	0.2	0.1	<10	<10	<10	<120
Chrom	0.0	0.5		0.1	0.1	<6	<10	6.6	<25	<130
Kupfer	0.0	0.7		0.3	0.9	<6	<10	<10	<12	<30
Quecksilber	0.0	< 0.02			<0.02	<0.05	<10	<5	<3	<30
Blei	0.0	0.4		0.4	0.4	0.5	<10	<20	<4	<10
Zink	0.0	8.8		7.9	14.7	<30	19.0	<10	<7	<100
Chlor	0.0						<100	<10000		
Fluor	0.0									

Holzstandard 1

Anorganische Parameter:	Spike	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5	Labor 6	Labor 7	Labor 8	Labor 9	Mittelw. 1-7	Median 1-7	Med +25%	Med -25%
	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
<u>Technik:</u>		ICP-MS	ICP-OES	ICP-OES	AAS	AAS	XRF st.	m. XRF kal.	m. XRF n.k.	m. XRF n.k.	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden
<u>Element:</u>														
Arsen	10.0	9.1		11.4	13.8	9.8	13.0	19.0	20.2	27.0	12.7	12.2	15.2	9.1
Cadmium	2.0	2.0		2.0	2.3	2.0	<10	<10	<10	<120	2.1	2.0	2.5	1.5
Chrom	30.0	29.8		30.1	30.5	37.0	33.0	32.7	<30	<130	32.2	31.6	39.5	23.7
Kupfer	100.0	85.9		108.1	106.0	117.0	126.0	91.8	124.0	115.0	105.8	107.1	133.8	80.3
Quecksilber	5.0	3.3			4.0	5.6	<10	<5	<3	<30	4.3	4.0	5.0	3.0
Blei	100.0	97.7		107.9	117.0	99.0	132.0	97.0	39.8	62.0	108.4	103.5	129.3	77.6
Zink	200.0	183.0		201.6	231.0	235.0	266.0	193.9	243.0	220.0	218.4	216.3	270.3	162.2
Chlor	250.0						300.0	<10000						
Fluor	1000.0													

Holzstandard 2

Anorganische Parameter:	Spike	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5	Labor 6	Labor 7	Labor 8	Labor 9	Mittelw. 1-7	Median 1-7	Med +25%	Med -25%
	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
<u>Technik:</u>		ICP-MS	ICP-OES	ICP-OES	AAS	AAS	XRF st.	m. XRF kal.	m. XRF n.k.	m. XRF n.k.	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden
<u>Element:</u>														
Arsen	1.0	1.0		1.6	1.2	1.0	<10	7.6	<7.9	<10	2.5	1.2	1.5	0.9
Cadmium	10.0	12.3		9.4	12.3	10.0	<10	<10	<10	<120	11.0	11.2	13.9	8.4
Chrom	100.0	97.6		102.8	126.0	118.0	92.0	96.9	<50	<130	105.5	100.2	125.2	75.1
Kupfer	10.0	11.2		11.1	14.7	14.0	<10	<20	<21	<30	12.7	12.6	15.8	9.5
Quecksilber	1.0	0.9			1.0	1.7	<10	<5	<3	<30	1.2	1.0	1.2	0.7
Blei	30.0	31.7		32.8	35.5	29.0	45.0	17.1	12.0	11.0	31.9	32.3	40.3	24.2
Zink	1000.0	1022.0		961.2	1210.0	1135.0	1120.0	998.9	1114.0	960.0	1074.5	1071.0	1338.8	803.3
Chlor	5000.0						3200.0	<10000						
Fluor	50.0													

Holzstandard 3

Anorganische Parameter:	Spike	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5	Labor 6	Labor 7	Labor 8	Labor 9	Mittelw. 1-7	Median 1-7	Med +25%	Med -25%
	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
<u>Technik:</u>		ICP-MS	ICP-OES	ICP-OES	AAS	AAS	XRF st.	m. XRF kal.	m. XRF n.k.	m. XRF n.k.	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden
<u>Element:</u>														
Arsen	5.0	4.2		4.7	9.4	4.9	<10	5.6	<7	<10	5.8	4.9	6.1	3.7
Cadmium	1.0	1.1		1.1	1.2	1.0	<10	<10	<11	<120	1.1	1.1	1.4	0.8
Chrom	15.0	14.0		16.1	14.6	19.0	12.0	15.1	<33	<130	15.1	14.9	18.6	11.1
Kupfer	500.0	441.0		540.8	525.0	555.0	545.0	538.4	637.0	490.0	524.2	539.6	674.5	404.7
Quecksilber	10.0	7.2			8.7	8.0	<10	<5	<6	<30	8.0	8.0	10.0	6.0
Blei	15.0	14.9		17.2	16.3	15.0	24.0	<20	<9	<10	17.5	16.3	20.4	12.2
Zink	400.0	354.0		400.3	400.0	460.0	442.0	405.1	503.0	388.0	410.2	402.7	503.4	302.0
Chlor	10000.0						6100.0	<10000						
Fluor	200.0													

Holzstandard 4

Anorganische Parameter:	Spike	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5	Labor 6	Labor 7	Labor 8	Labor 9	Mittelw. 1-7	Median 1-7	Med +25%	Med -25%
	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
<u>Technik:</u>		ICP-MS	ICP-OES	ICP-OES	AAS	AAS	XRF st.	m. XRF kal.	m. XRF n.k.	m. XRF n.k.	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden	alle Methoden
<u>Element:</u>														
Arsen	2.0	2.0		0.9	1.9	2.0	<10	27.4	23.5	28.0	6.9	2.0	2.5	1.5
Cadmium	5.0	6.2		5.0	5.1	5.0	14.0	<10	<9	<120	7.1	5.1	6.4	3.8
Chrom	500.0	520.0		517.9	474.0	595.0	477.0	413.2	407.0	120.0	499.5	497.4	621.8	373.1
Kupfer	20.0	22.9		22.8	24.2	27.0	25.0	20.7	32.1	<30	23.8	23.6	29.4	17.7
Quecksilber	0.4	0.5			0.4	0.6	<10	<5	<3	<30	0.5	0.5	0.6	0.4
Blei	200.0	221.0		222.7	228.0	205.0	262.0	190.9	148.0	120.0	221.6	221.9	277.3	166.4
Zink	2000.0	2126.0		1922.5	2040.0	2290.0	2200.0	1900.0	2414.0	1970.0	2079.7	2083.0	2603.8	1562.3
Chlor	1000.0						900.0	<10000						
Fluor	100.0													