

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Problemstellung und Zielsetzung	3
3	Mineralölkohlenwasserstoffe	5
3.1	Was sind MOSH/MOAH?.....	5
3.2	Eintragsquellen.....	6
3.3	Vorkommen.....	10
3.4	Toxikologie.....	12
3.4.1	MOSH.....	12
3.4.2	MOAH.....	15
3.5	Rechtliche Regelungen.....	17
3.6	Analytik.....	18
3.6.1	LC-GC-FID.....	18
3.6.2	GCxGC-ToF-MS.....	20
4	Verarbeitung und Transport von Kakao	21
4.1	Anbau, Ernte und Fermentation von Kakao.....	21
4.2	Kakao Transport.....	22
4.2.1	Jutesäcke.....	22
4.2.2	Containertransport.....	23
4.2.3	Transport von Blockware (Kakaomasse und -butter).....	25
4.3	Kakaoverarbeitung.....	25
4.3.1	Schälen und Brechen der Kakaobohne.....	26
4.3.2	Rösten.....	27
4.3.3	Kakaovermahlung.....	27
4.3.4	Kakaobutter.....	28
4.3.5	Conchieren.....	28
5	Material und Methoden	31
5.1	Materialien und Geräte.....	31
5.1.1	Chemikalien.....	31

5.1.2	Geräte und Hilfsmittel.....	32
5.1.3	Online LC-GC-FID.....	34
5.1.4	GCxGC-ToF-MS	38
5.2	Untersuchungsmaterial	39
5.2.1	Definitionen von Kakao und Kakaoprodukten	40
5.3	Probenvorbereitung.....	41
5.4	Methoden	41
5.4.1	Kakaoschalen und Verpackung (Karton/Jute-/Kunststoffsäcke).....	42
5.4.2	Kakaomasse und Schokoladen u. ä.....	43
5.4.3	Kakaobutter (Fette)	44
5.4.4	Methodenperformance im Überblick	45
5.4.5	Unverseifbares nach IJO.....	46
5.4.6	Statistische Datenauswertung.....	46
5.5	Modellversuche	47
5.5.1	Migrationsversuch	47
5.5.2	Rösten von Kakao.....	49
5.5.3	Herstellung von Kakaomasse	49
5.5.4	Desodorieren von Kakaobutter	50
5.5.5	Conchieren.....	52
6	Ergebnisse und Diskussion.....	55
6.1	Nicht zusammenhängende Rohstoff-Proben	55
6.2	Phänomen Kakaoschale	60
6.3	Untersuchungen an frischen Kakaofrüchten	65
6.4	Untersuchungen entlang des <i>post-harvest process</i>	66
6.5	Kakaotransport.....	71
6.5.1	Container bei Ankunft in Europa (T1).....	71
6.5.2	Container vor Abfahrt im Ursprung (T0).....	77
6.5.3	Migrationsversuche	81
6.6	Jutesäcke	87
6.6.1	Food Grade-Jutesäcke nach IJO	89
6.6.2	GCxGC-ToF-MS-Vergleich	91
6.6.3	Druckfarben für Jute.....	95
6.7	Prozesse der Kakaoverarbeitung	97
6.7.1	Bedeutung des Röstens.....	97
6.7.2	Herstellung von Kakaomasse	102

6.7.3	Kakaobutter Desodorierung	106
6.7.4	Conchieren von Schokoladenmasse	120
6.8	Das Prinzip der Toolbox als Minimierungskonzept	125
6.8.1	Gliederung und Aufbau der Toolbox	126
6.8.2	MOSH/MOAH Toolbox.....	127
7	Zusammenfassung.....	139
8	Ausblick	143
9	Literaturverzeichnis	145
10	Publikationen.....	153
A	Anhang	155
A.1	Legende zu Boxplot-Graphiken	155
A.2	Abkürzungsverzeichnis	156
A.3	Abbildungsverzeichnis	160
A.4	Tabellenverzeichnis	166