

## Abstract

Die vorliegende Arbeit beschreibt neue Erkenntnisse zum Vorkommen von gesättigten (engl. Mineral Oil Saturated Hydrocarbons, MOSH) und aromatischen Mineralölkohlenwasserstoffen (engl. Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons, MOAH) in Kakao und Kakaoerzeugnissen, sowie deren Veränderung während typischer Prozesse der industriellen Kakaoverarbeitung.

Mittels online gekoppeltem LC-GC-FID-System wurde insgesamt in 753 verschiedenen Proben entlang der Wertschöpfungskette Kakao MOSH/MOAH ermittelt. In der Mehrzahl aller untersuchten Muster (58 %) konnte MOSH oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze (BG) und in einem Drittel aller untersuchten Proben auch MOAH quantifiziert werden.

Während in Kakaosamen und Testa mit anhaftender Pulpa aus frischen Kakaofrüchten weder MOSH noch MOAH nachweisbar waren, zeigten Muster aus dem Nacherntebereich im Erzeugerland (*post-harvest process*) bereits am Ende der Trocknung deutlich quantifizierbare Einträge.

Eine zentrale Erkenntnis dieser Studie ist, dass die getrocknete Kakaoschale (Testa und anhaftende, getrocknete Pulparesten) die besondere Fähigkeit besitzt, MOSH und MOAH anzureichern und den Kakaokern so effektiv vor möglichen Einträgen schützen kann. Während in manuell abgetrennten Schalen ein Maximalwert von 136,3 mg  $\Sigma$ MOSH/kg ermittelt werden konnte, lag der korrespondierende Gehalt in den manuell geschälten Kakaokernen bei nur 1,6 mg  $\Sigma$ MOSH/kg.

Im Verlauf der meist mehrwöchigen Lagerung in Jutesäcken und dem anschließenden Überseetransport in Containern, sind die Kakaobohnen potentiellen Eintragsquellen ausgesetzt. Es konnte gezeigt werden, dass sowohl Jutesäcke mit sog. Lebensmittelqualität (Food Grade) als auch sog. Container-Dressings zur Feuchtigkeitsabsorption, je nach Ausgangsqualität dazu geeignet sind, deutliche Einträge an MOSH/MOAH zu liefern.

Bei den systematischen Untersuchungen entlang der industriellen Kakaoverarbeitung konnten signifikante Austragsmöglichkeiten durch das Rösten (Bohnenröstung) und das Desodorieren von Kakaobutter identifiziert werden. Die bei dem Conchieren von Schokoladenmasse vorherrschenden Temperaturen sind dagegen nicht ausreichend, um MOSH oder MOAH aus dem Produkt auszutragen.

Die im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse wurden in einer MOSH/MOAH-Toolbox zusammengetragen, für weitere Lebensmittelgruppen ergänzt und generalisiert. Diese Toolbox soll es den Lebensmittelherstellern ermöglichen, Einträge von MOSH/MOAH zielgerichtet zu identifizieren und effektiv zu minimieren.

## Abstract

This study describes the latest findings regarding the occurrence of Mineral Oil Saturated Hydrocarbons (MOSH) and Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons (MOAH) in cocoa and cocoa products. It furthermore depicts the changes these substances undergo within the course of typical cocoa production processes.

MOSH/MOAH were quantified using online coupled LC-GC-FID-systems in a total of 753 different samples, taken at different steps of the cocoa value chain. In the majority of all samples (58 %) MOSH was detected above the limit of quantification whilst MOAH could only be detected in one third of the samples.

While neither MOSH nor MOAH were detected in cocoa seeds and testa with sticked pulp from fresh cocoa pods, there were already significantly quantifiable amounts in samples directly at the end of drying process in the country of origin (post-harvest process).

A central finding of this thesis is that the dried cocoa shell (testa and sticked pulp residues) has the special capability to accumulate MOSH and MOAH and thereby effectively protects the cocoa kernel from potential contamination. While in manually separated cocoa shells a maximum value of 136.3 mg  $\Sigma$ MOSH/kg was identified, the corresponding value in manually peeled cocoa kernels was only 1.6 mg  $\Sigma$ MOSH/kg.

Before and during transcontinental shipping cocoa beans are often stored in jute bags for several weeks. In the container itself cocoa beans are exposed to potential contamination sources. It was proven that not only jute bags with so-called food grade quality, but also so-called container-dressings used for moisture absorption are potentially contributing to the MOSH/MOAH contamination.

The systematic investigations along the industrial cocoa processing chain identified significant possibilities to reduce MOSH/MOAH, such as roasting of cocoa beans and deodorising of cocoa butter. However, the temperatures used for conching chocolate mass are not suitable to remove MOSH/MOAH.

Based on the findings of this work a MOSH/MOAH toolbox was developed, subsequently complemented and generalised for other food-groups. This toolbox allows food manufactures to identify and effectively minimise MOSH/MOAH entries.