

## Fragebeantwortung Bündnis

### A. Fragen Dustin Dahlmann:

#### Ergebnisse GC/MS Analyse

Abbildung 2 zeigt den vergrößerten Ausschnitt der überlagerten Chromatogramme und die Substanzzuordnung zu den Peaks. Es gibt hier keine Ausschläge der blauen Linie bei einem gefährlichen Stoff.

Interpretiere ich diese Abbildung also richtig, wenn ich sage: Alle gefährlichen Stoffe, die hier festgestellt wurden, wurden nur in den Sucralose-Mischungen festgestellt. Nichts in der reinen Base (PG/VG)?

Diese Testergebnisse sind bei der reinen Base (ohne Sucralose) alle ungefährlich?

Wenn Stoffe, die schädlich sind entstanden sind, dann immer mit (oder sogar durch) Sucralose. Eine Übertragung auf Liquids ohne Sucralose wäre anhand dieser Daten nicht möglich?

***Ja das stimmt, unter den vorherrschenden Messbedingungen wurden die gefährlichen Stoffe nur in den sucralosehaltigen Mischungen nachgewiesen und NICHT in der reinen Base. Aber es gibt natürlich auch Aromen, die ohne Sucralose auch (andere) schädliche Substanzen entwickeln, z.B. Zimt oder Absinth.***

#### Biologische in-vitro Testungen

Ergebnis besagt vereinfacht gesprochen, verdampft:

viel Sucralose = schädlich,

weniger Sucralose = weniger schädlich (gering schädlich)

reine Base = gar nicht schädlich

Unverdampfte Sucralose-Mischungen = gar nicht schädlich.

Schädliche Stoffe entstehen durch Verdampfung mit Sucralose

***Eher so:***

***Sucralose bildet bei hoher Verdampfungstemperatur (300 Celsius) schädliche Substanzen, die von der reinen Base nicht stammen können (alle chlorierten Substanzen können nur aus Sucralose gebildet werden), ab welcher Temperatur diese auftreten, müßte in separaten Experimenten bestimmt werden. Nichtverdampfte sucralosehaltige Liquids zeigen keine biologische Schädlichkeit, aber das ist wohl für den üblichen Gebrauch nicht relevant. Grundsätzlich sollte gelten, je weniger Sucralose umso weniger Schadstoffe im Dampf.***

### B. Fragen Tom Mrva:

2-propen-1-ol: kann durch Wasserentzug von Propylenglykol entstehen. Kommt aber auch in Spuren in Propylenglykol vor (durch Herstellung)

wieviel? (Die Mengenangabe halte ich für relevant, da sich daraus ableiten lässt, ob tox. relevant oder nur Verunreinigung)

ist das eine Verunreinigung (unverdampftes PG analysieren), hab bei Sigma Aldrich leider nichts finden können

auch in der Leerprobe in der Emission vorhanden?

kann Sucralose durch die reaktiven Spaltprodukte (Chlor) hier als Katalysator wirken? (JA, wenn nur in der Probe mit Sucralose und konzentrationsabhängig)

Basis / Leerprobe: laut Tabelle 3 (S.4) wurde auch die reine Basis als Leerprobe vermessen. Diese Messwerte fehlen. Hier könnte man erkennen, ob manche Stoffe (2-propen-1-ol) auch dort schon vorkommen. Allerdings müsste man auch die unverdampfte Basis / die Einzelkomponenten dafür komplett analysieren.

### **Antworten des Analytikers:**

#### **2-Propen-1-ol**

**1,2,3.: Ich wusste nicht, dass Propenol auch in Propylenglycol vorkommt. Ich habe unverdampftes PG nicht bestimmt. Da jedoch bei dem Kondensat aus der reinen Base kein Peak bei 2.8min auftrat, kann man davon ausgehen, dass KEIN 2-Propen-1-ol vorhanden ist (beziehungsweise unter der Nachweisgrenze liegt).**

**4.: Ja es könnte sein, dass Chlorspezies als Katalysator fungieren.**

#### 1,3-Dioxolane:

ich vermute, diese entstehen durch thermische Umsetzung von PG und VG, dh: Temperatur zu hoch (wenn diese Vermutung zutrifft, sollte man das Resumee abändern: "diverse Dioxolane entstehen durch das Versuchssetup und kommen im realen Betrieb nicht vor" als Beispiel)

interessant: es wurden im Unterschied zu anderen Studien keine Dioxin-Verbindungen gefunden. Unter der Nachweisgrenze oder nicht-passende Methodik / Setup?

Auch wenn keine Dioxine direkt gemessen wurden, reicht der Nachweis von Chlorpropanol, um die Umsetzung von Sucralose und die damit einhergehenden potentiellen Gefahren zu beweisen.

#### **1,3-Dioxolane**

**1.: Da einige handelsübliche e-Zigaretten auf 300 °C aufgeheizt werden können (soweit mir bekannt), können Dioxolane sehr wohl im realen Betrieb vorkommen. Um dies jedoch genauer untersuchen zu können, wäre es nötig Kondensate bei verschiedenen Temperaturen zu generieren.**

**2.: Dioxine besitzen einen sehr hohen Siedepunkt und einen niedrigen Dampfdruck. Somit ist sicherlich der Versuchsaufbau mit Headspace nicht ideal. Hierfür wäre die Flüssiginjektion oder gar eine HPLC-Bestimmung sinnvoller.**

**3.: alle Chlor enthaltenden Substanzen können ausschließlich durch Zerlegung der Sucralose entstanden sein, somit ist die Gefährlichkeit der Sucralose in den Liquids (unabhängig von eventuellen Dioxinen) bei der angewandten Temperatur eindeutig.**

### **Vorschlag des Analytikers zur weiteren Abklärung:**

Generierung von Kondensaten in 20°C-Schritten: 200°C, 220°C, 240°C, 260°C, 280°C und 300°C. Dann würde ich eine Methode für die Flüssiginjektion implementieren (Ich habe bereits provisorisch eine Flüssiginjektions-Methode entwickelt und damit eine Probemessung eines Kondensats

vorgenommen). Hier konnte ich gleich mehr Substanzen nachweisen, welche halogeniert sind. Diese wären unter anderem: 2-Chlor-1-propanol, 1,3-Dichlor-2-propanol, 3-Chlor-1,2-propandiol. Diese Methode hat den Vorteil, dass auch schwerer flüchtige Verbindungen nachgewiesen werden, welche ja auch in der Lunge landen). Über Probemessungen mit der GCMS giftige Verbindungen (vor allem chloriert) nachweisen und die zugehörigen Standards bestellen. Dann die giftigen Substanzen komplett quantifizieren und zeitgleich biologische Testungen vornehmen. Falls man noch genau wissen möchte, welche Abbauprodukte aus welchen Ausgangsstoffen entstehen, wäre es zusätzlich sinnvoll isotoopenmarkierte Standards zu bestellen (kosten jedoch sehr viel).

### **Abschließender Vorschlag von VapeResearch für erweitertes Projekt:**

#### **Ausgangslage:**

Die Entstehung zelltoxischer Verbindungen beim Verdampfen von Sucralose bei hoher Temperatur ist zweifellos nachgewiesen, hauptsächlich sind es chlorierte Substanzen. Es erhebt sich die Frage, ab welcher Verdampfungstemperatur der Zersetzungsprozess der Sucralose einsetzt, bzw. welche die dominanten Schadstoffe sind und in welcher Konzentration sie gebildet werden.

#### **Experimenteller Ansatz:**

Generierung von Kondensaten in 20°C-Schritten: 200°C, 220°C, 240°C, 260°C, 280°C und 300°C aus 5% iger Sucralose-Lösung und reiner Base. Über Probemessungen mit der GCMS (Flüssiginjektion) giftige Verbindungen (vor allem chloriert) nachweisen und die 3 wichtigsten davon mittels Standards quantifizieren (keine Isotopenstandards). Parallel dazu Zelltests mit den jeweiligen Kondensaten.

**Dieser Projektansatz würde auch eine gemeinsame Publikation von Bündnis/Dustin und beteiligten Forschern in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift ermöglichen!**

29-04-2020



**(Univ.-Prof. Dr.Dr.h.c.mult. Bernd Michael Rode)  
Vape Research KG**