

 Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Vorlesung „Nachhaltiger Konsum“
18-11-2015
Universität Hamburg

Food Profiling – Identität und Herkunft von Lebensmitteln



www.hsfs.org
Prof. Dr. Markus Fischer



1 science for food

 Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Inhalt

1. Einleitung
2. Täuschung
3. Authentizität
4. Food Profiling

2 science for food

 **Universität Hamburg**
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Warum ist es gut, dass es Lebensmittelchemiker gibt?

Sorgen für Verbraucherschutz / Lebensmittelsicherheit

- Schutz vor der Gefahr von **Täuschung**

Grauzone

- Schutz vor der Gefahr von **Gesundheitsschäden**

3 science for food

 **Universität Hamburg**
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Was steht eigentlich auf einer Verpackung drauf?

4 science for food

Angaben sind vom Gesetzgeber genau festgelegt - auf einem Etikett oder an anderer Stelle der Verpackung von Lebensmitteln

Verbraucherinformation

- Soll sicherstellen, dass der Verbraucher nicht die sprichwörtliche "**Katze im Sack**" kauft
- Informationen sollen die **Kaufentscheidung erleichtern** und **vor Betrug schützen**
 - Inhaltsstoffe
 - Qualitätsmerkmale
 - Eigenschaften des Lebensmittels
 - ...

TÄUSCHUNG:

Es ist etwas anderes in der Verpackung, als außen drauf steht...
Es ist nicht original!

Täuschung oder was verändert die Originalität?

- Vermischung, Verdünnung
- Vorsätzliches Um- oder Falschetikettierung
- Irreführende Werbung

- Die Motivation ist immer getrieben von Profit!

Täuschung oder was verändert die Originalität?

- Vermischung, Verdünnung
- Vorsätzliches Um- oder Falschetikettierung
- Irreführende Werbung

- Die Motivation ist immer getrieben von Profit!

– **Aber:** Es ist nicht immer nur Täuschung, sondern es hat manchmal auch etwas mit Gesundheitsgefährdung zu tun!

Täuschung ist kein modernes Problem: Vermischungen wurden immer schon mehr oder weniger vorgenommen ...

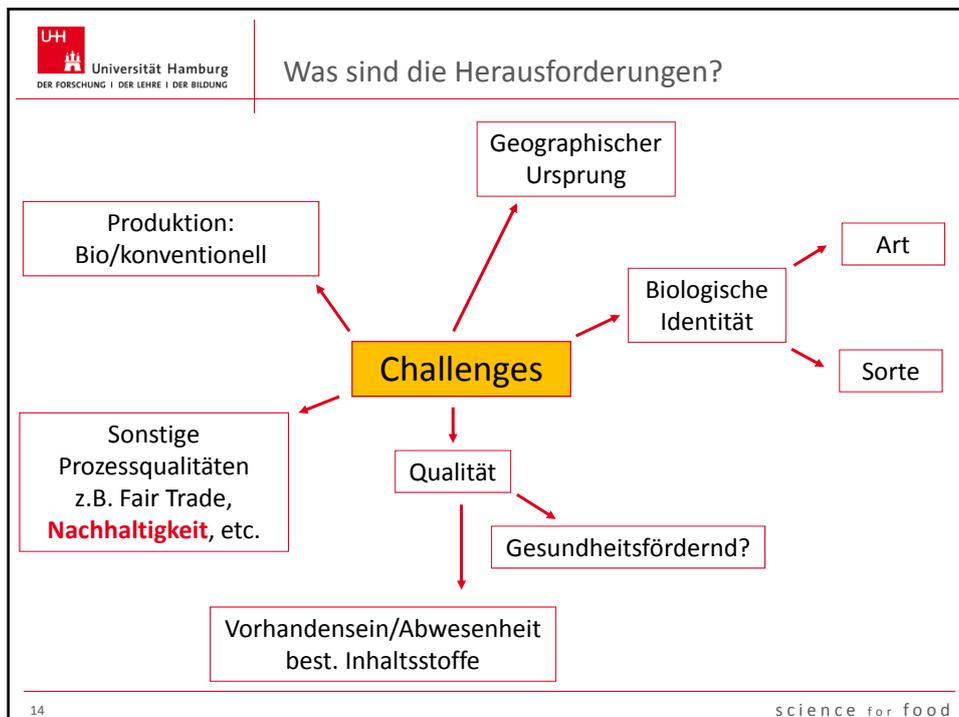
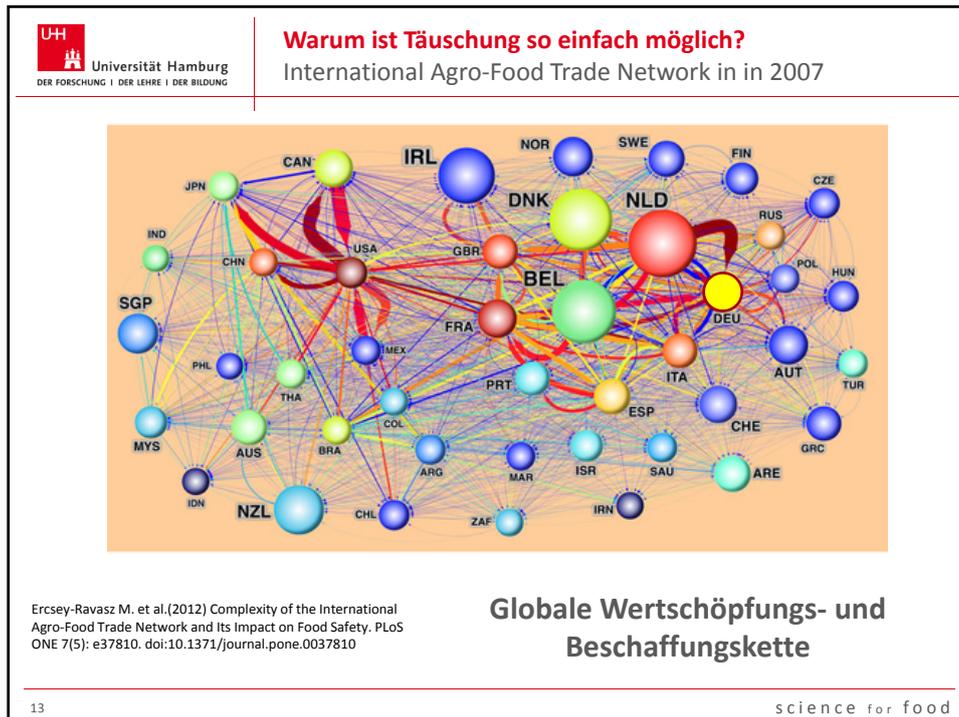
- Mehl mit Kalk oder anderen weißen Substanzen
- Honig mit Stärkesirup
- Butter mit Margarine
- Kaffee mit Sand
- Teure Weinlagen mit Minderwertigeren
- ...

“modern-day fraudsters” verursachen Skandale...

- Pferdefleisch-Skandal
- Gammelfleisch-Skandal
- Melamin-Skandal
- ...

Europäische Gesetzgebung

- Grundsätzlich sind die **Verbraucher per Gesetz geschützt**
- **Rückverfolgbarkeit über die gesamte Wertschöpfungskette gesetzlich vorgeschrieben:** Produktion, Verarbeitung, Vertrieb



 Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Überprüfung der **Authentizität**

15 science for food

 Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Authentizität | Wie könnte man vorgehen?

Fragestellung: z. B. Unterscheidung zweier geographischer
Herkünfte oder unterschiedlicher Sorten

Wie könnte die Antwort lauten?

16 science for food

Fragestellung: z. B. Unterscheidung zweier geographischer Herkünfte oder unterschiedlicher Sorten

Wie könnte die Antwort lauten?

1. Man kennt einen oder mehrere molekulare Unterschiede
 - Entwicklung einer Methode zum gerichteten Nachweis dieses oder dieser Unterschiede



Fragestellung: z. B. Unterscheidung zweier geographischer Herkünfte oder unterschiedlicher Sorten

Wie könnte die Antwort lauten?

1. Man kennt einen oder mehrere molekulare Unterschiede
 - Entwicklung einer Methode zum gerichteten Nachweis dieses oder dieser Unterschiede

2. Man kennt keine offensichtlichen Unterschiede, z.B. Sorten, Bio, geographisch

- Suche nach Unterschieden...

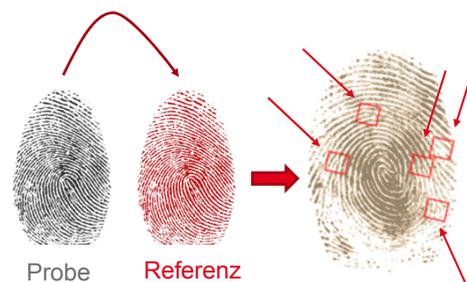


Man kennt keine offensichtlichen Unterschiede

- Man versucht Unterschiede zu finden mit allen zur Verfügung stehenden Technologien
 - Beliebig komplex
 - Hypothesenfrei – man weiß nicht, was man tut...
 - Möglichst viele Blickwinkel
 - Möglichst hohe Auflösung

- **Relative Methoden**
 - Bezug immer auf eine Referenz
 - Referenz muss sicher sein; unsichere Referenz = unsichere Zuordnung

Daktyloskopie



Vergleichbar mit kriminaltechnischen Untersuchungen:
FOOD FORENSIC

 Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Authentizität | Kleine Unannehmlichkeiten

Grundsätzliche **Probleme**

- Verwandtschaftsgrad

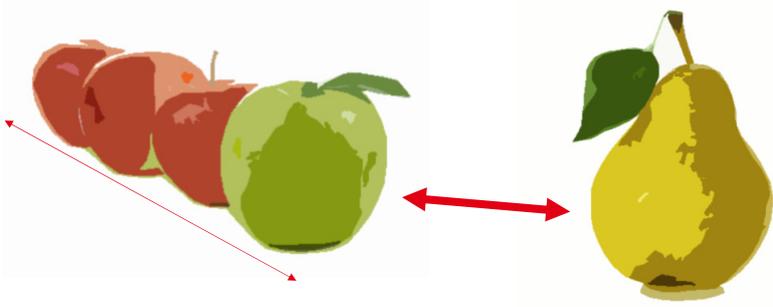
21 science for food

 Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Authentizität | Kleine Unannehmlichkeiten

Grundsätzliche **Probleme**

- Verwandtschaftsgrad
 - Unterschiede zwischen den Arten sind stärker ausgeprägt als zwischen Sorten

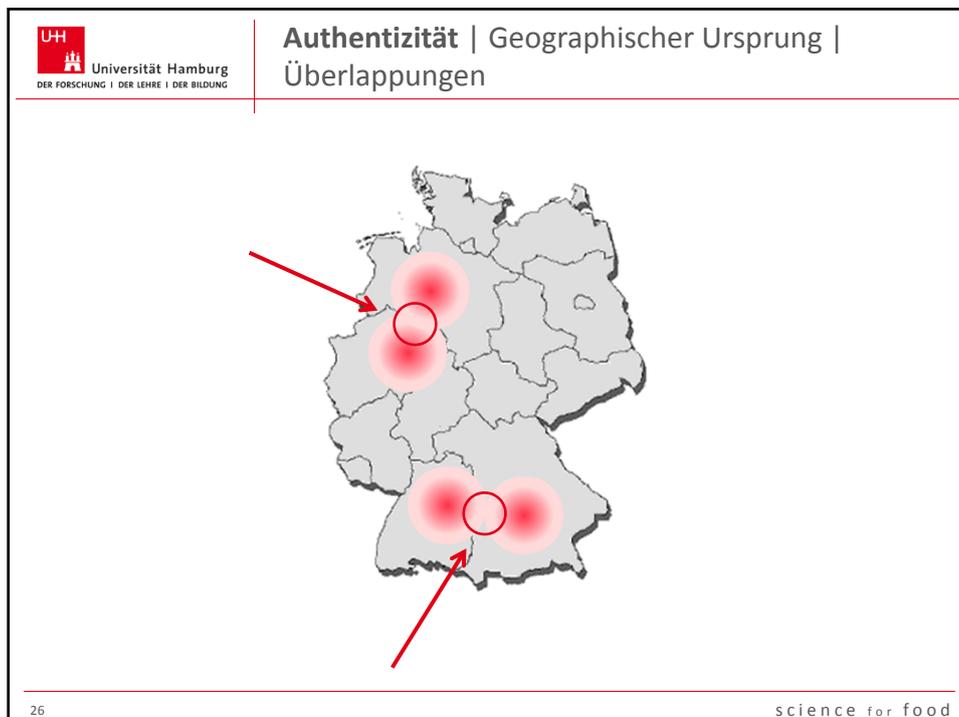
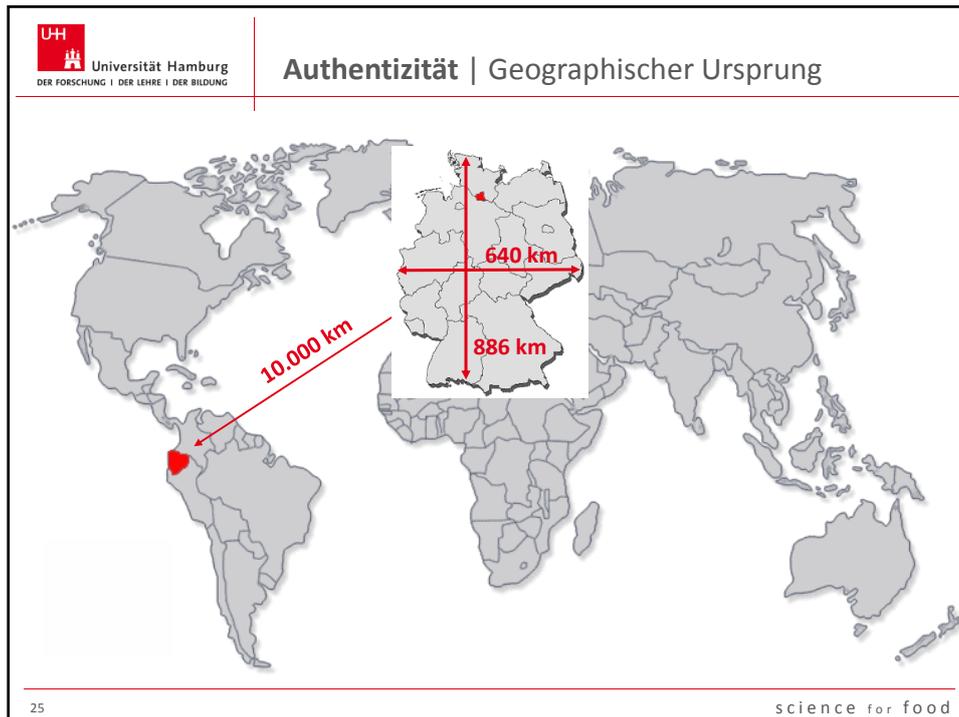


22 science for food

Grundsätzliche **Probleme**

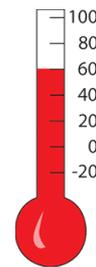
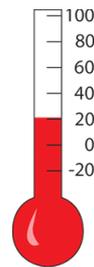
- Verwandtschaftsgrad
- **Geographischer Abstand**
 - „Grauzonen“ zwischen den Regionen ergeben weitere Regionen





Grundsätzliche **Probleme**

- Verwandtschaftsgrad
- Geographischer Abstand
 - „Grauzonen“ zwischen den Regionen ergeben weitere Regionen
- **Reifegrad, Lagerung**



Grundsätzliche **Probleme**

- Verwandtschaftsgrad
- Geographischer Abstand
 - „Grauzonen“ zwischen den Regionen ergeben weitere Regionen
- Reifegrad, Lagerung
- **Referenzproben**
 - Bezug immer auf eine Referenz
 - Referenz muss sicher sein; unsichere Referenz = unsichere Zuordnung

Grundsätzliche **Probleme**

- Verwandtschaftsgrad
- Geographischer Abstand
 - „Grauzonen“ zwischen den Regionen ergeben weitere Regionen
- Reifegrad, Lagerung
- Referenzproben
 - Bezug immer auf eine Referenz
 - Referenz muss sicher sein

Weitere Anforderungen

- **Analyse sollte schnell gehen**
 - Schnelltest, Einfache ja/nein Antwort



Grundsätzliche **Probleme**

- Verwandtschaftsgrad
- Geographischer Abstand
 - „Grauzonen“ zwischen den Regionen ergeben weitere Regionen
- Reifegrad, Lagerung
- Referenzproben
 - Bezug immer auf eine Referenz
 - Referenz muss sicher sein

Weitere Anforderungen

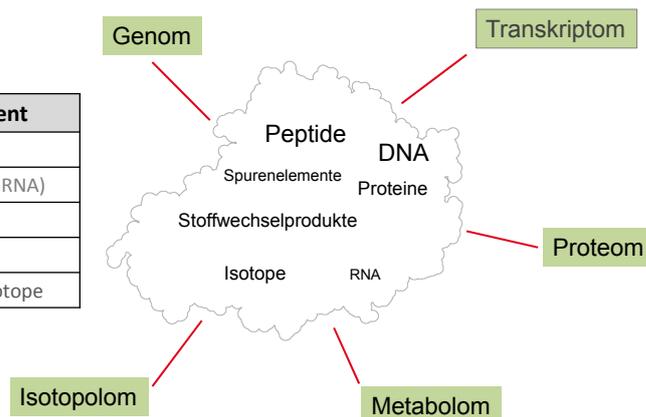
- **Analyse sollte schnell gehen**
 - Schnelltest, Einfache ja/nein Antwort
- **Einfach bedienbar** von wissenschaftlich nicht ausgebildetem Personal



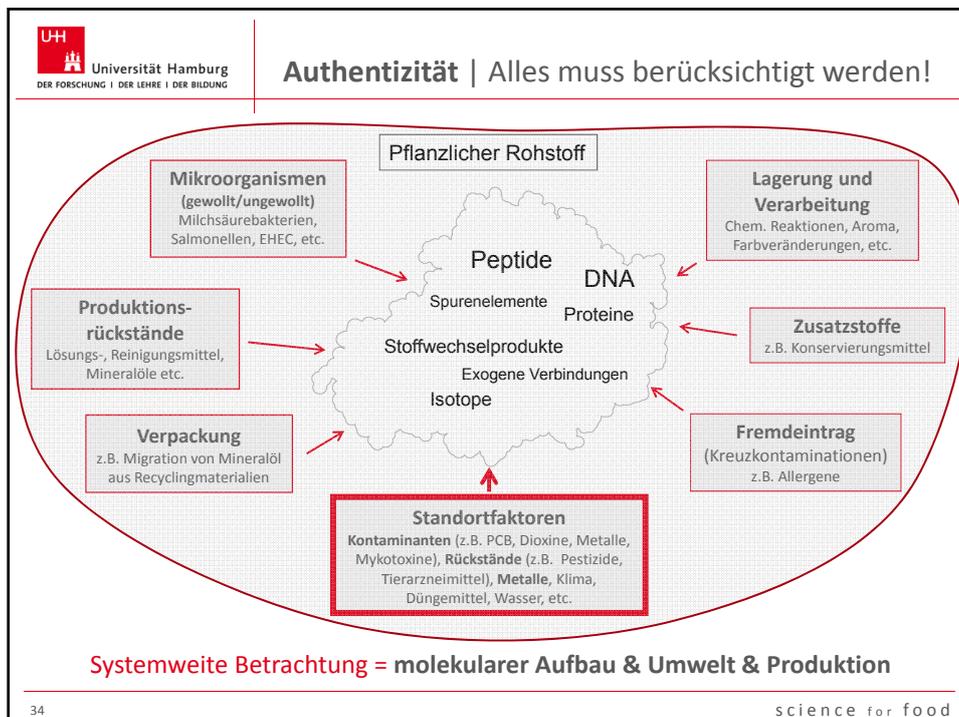
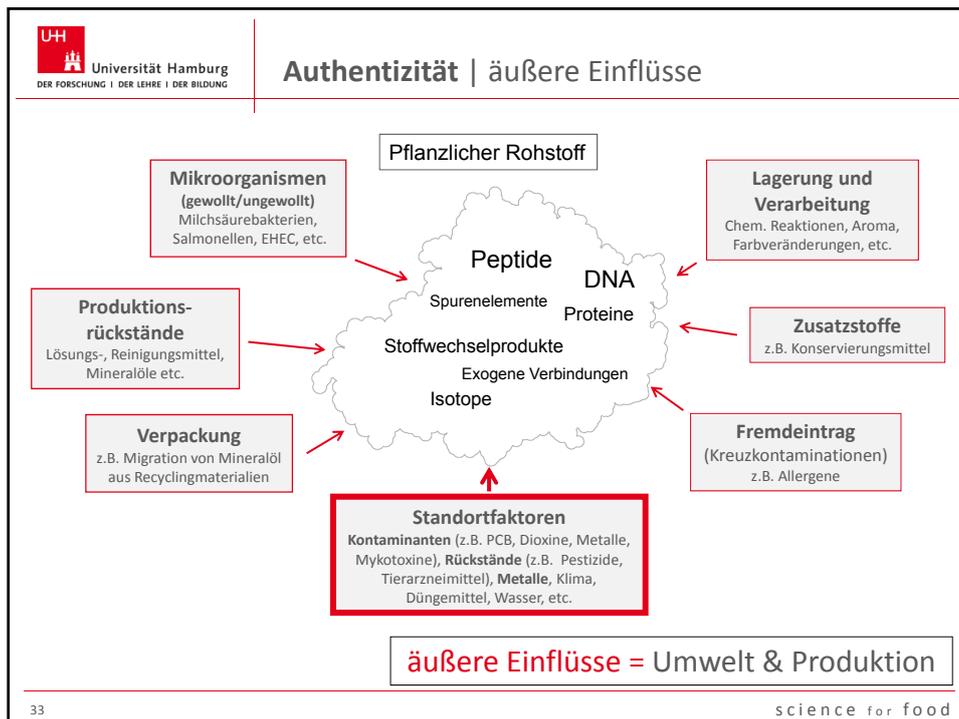
Das waren die Probleme, aber
**wie könnte man es tatsächlich
 machen?**

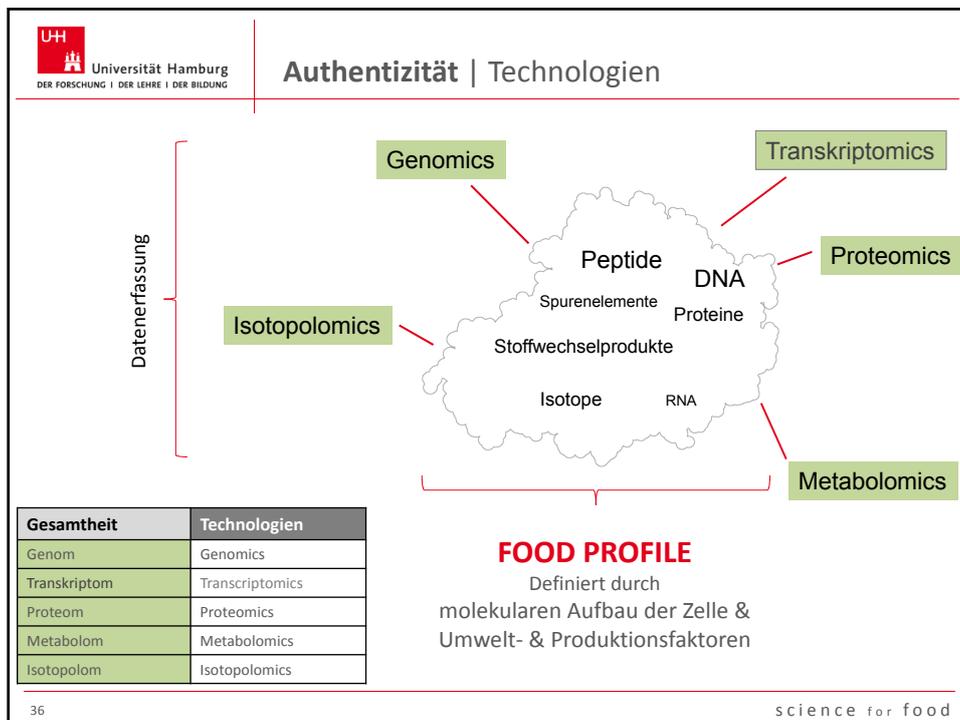
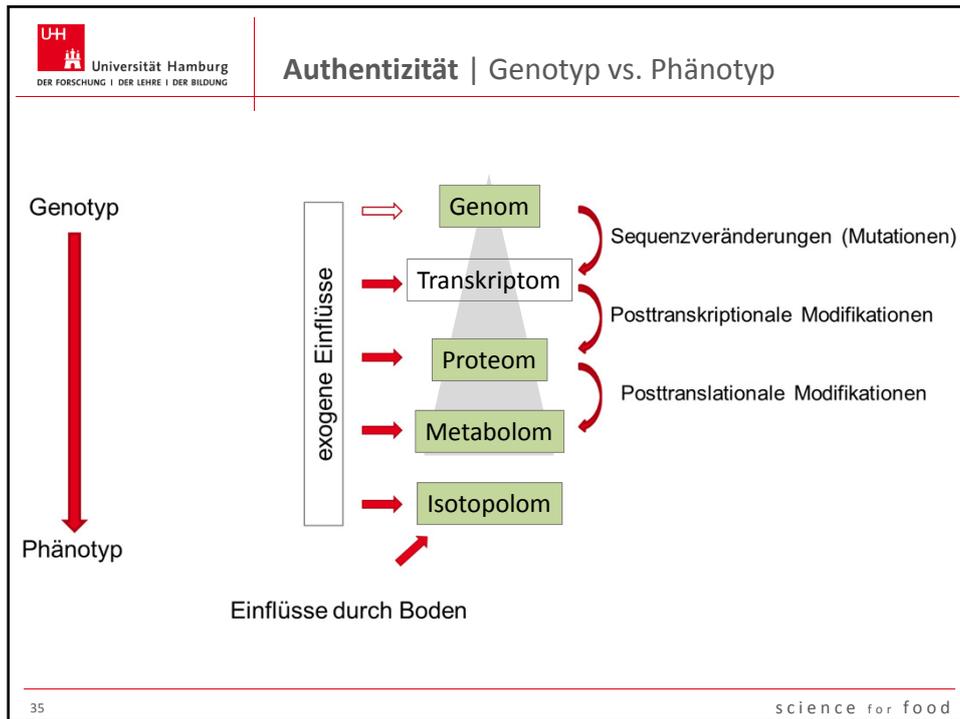
Authentizität | Zusammensetzung einer Zelle

| Gesamtheit | Einzelelement |
|--------------|-------------------|
| Genom | Gen |
| Transkriptom | Transcript (mRNA) |
| Proteom | Protein |
| Metabolom | Metabolit |
| Isotopom | Elemente/Isotope |



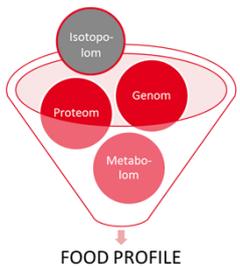
Am besten wäre es, alles messen zu können!






Universität Hamburg
 DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FOOD PROFILING



FOOD PROFILE

37 science for food


Universität Hamburg
 DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

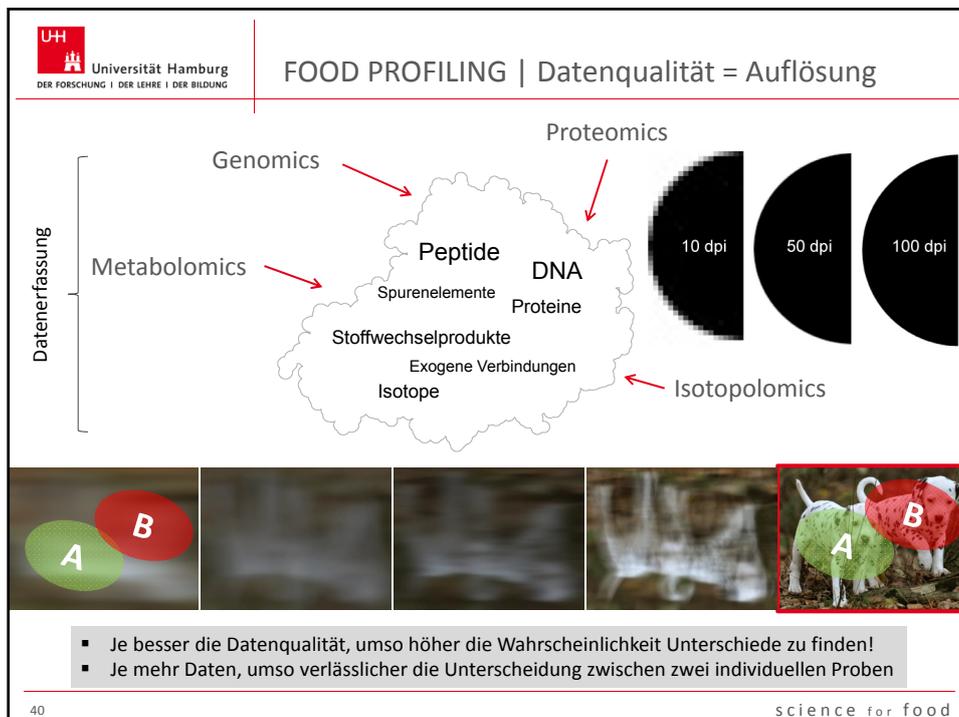
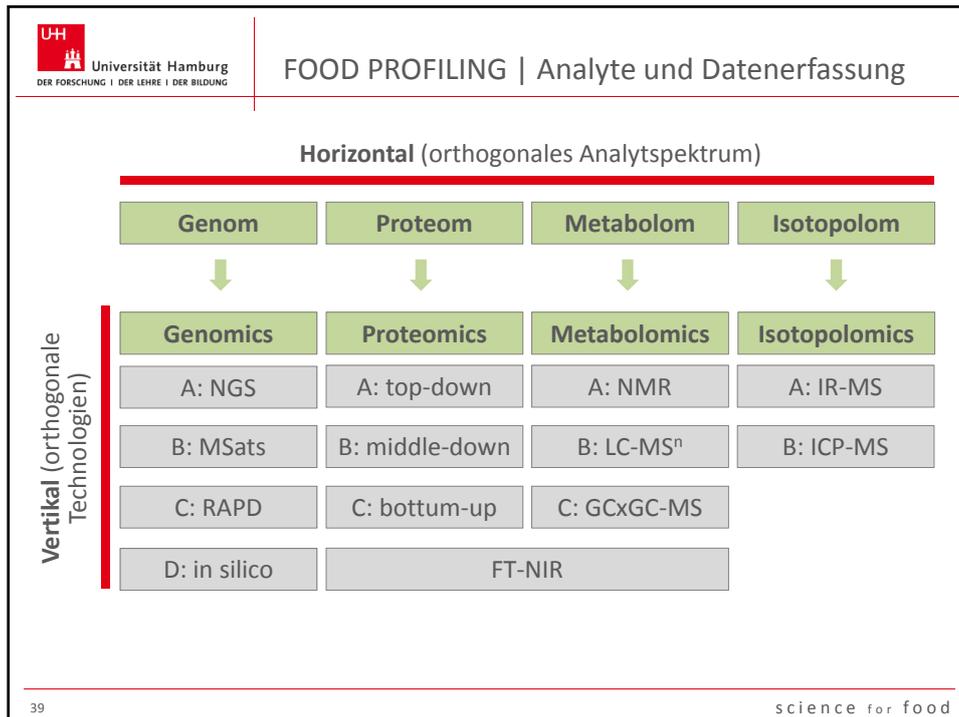
FOOD PROFILING | Analyte und Datenerfassung

Horizontal (orthogonales Analytspektrum)



Genom Proteom Metabolom Isotopom

38 science for food



 **Universität Hamburg**
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FOOD PROFILING | Workflow

- Probenahme
- Extraktion
- Datenakquise
- Datenprozessierung
- Identifizierung von Unterschieden
- Entwicklung einfacher, kostengünstiger Nachweismethoden

41 science for food

 **Universität Hamburg**
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FOOD PROFILING | Workflow

- Probenahme
- Extraktion
- Datenakquise
- Datenprozessierung
- Identifizierung von Unterschieden
- **Entwicklung einfacher, kostengünstiger Nachweismethoden**

42 science for food

U+H Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Food Profiling | Wie geht's dann weiter?

Am besten: Bestimmung von mehreren Unterschieden gleichzeitig

Genomics | Proteomics | Metabolomics | Isotopomics
ROHDATEN AUS DER HIGHTECH-FORSCHUNG

↓

Datenprozessierung | Datenreduktion

↓

Identifizierung von Unterschieden

↓

Nachweis der Unterschiede

↓

Am besten: Identifizierung und Nachweis kleinster Mengen

43 science for food

U+H Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Was bedeutet eigentlich Spurenanalytik?

Boeing 747 Jumbo Jet
Maximales Startgewicht: **400 Tonnen**

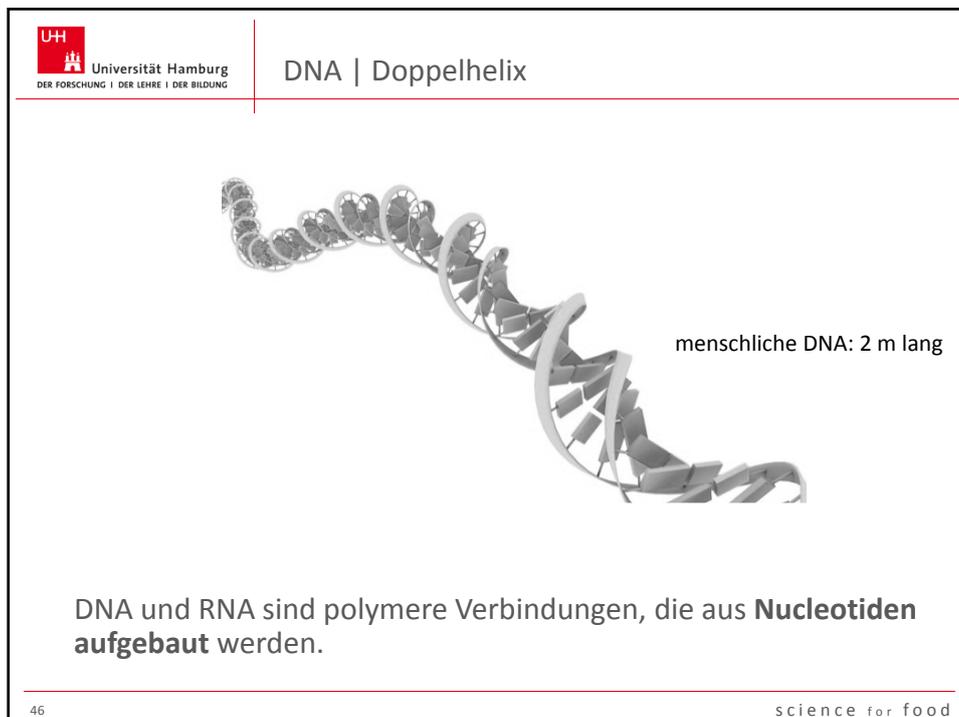
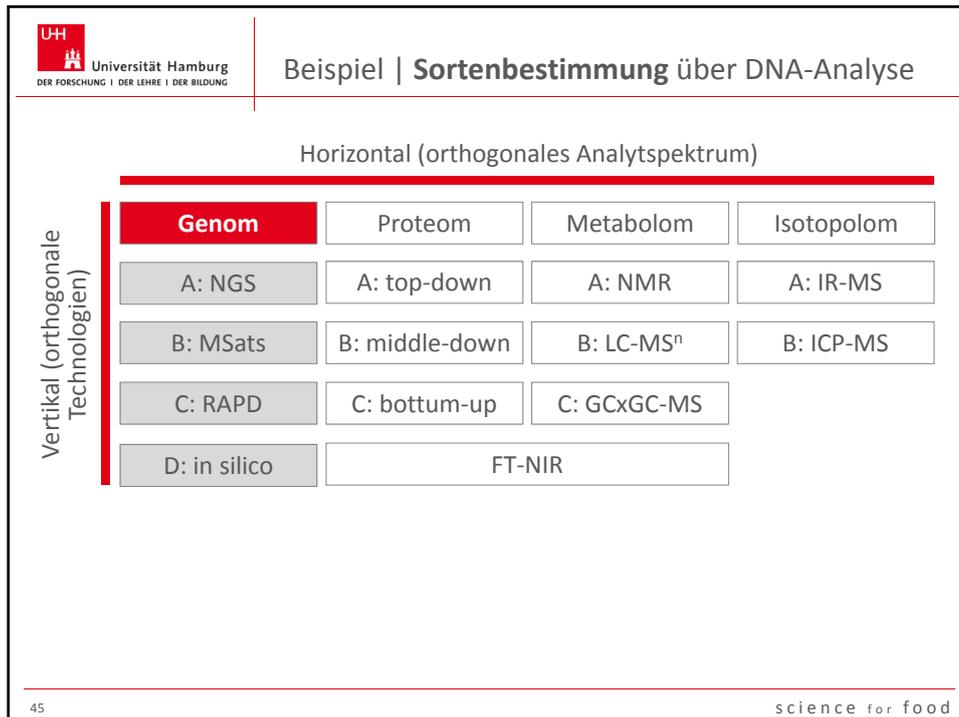
Kapitän
Gewicht: 80 kg
= Konzentration von 200 mg/kg
äquivalent zu **200 ppm**

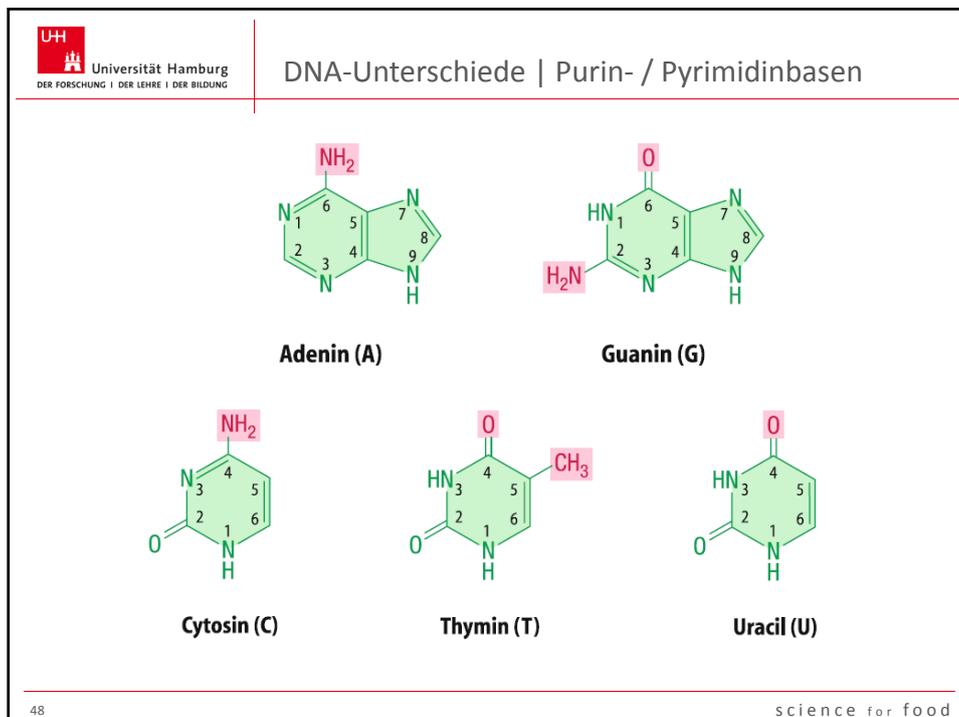
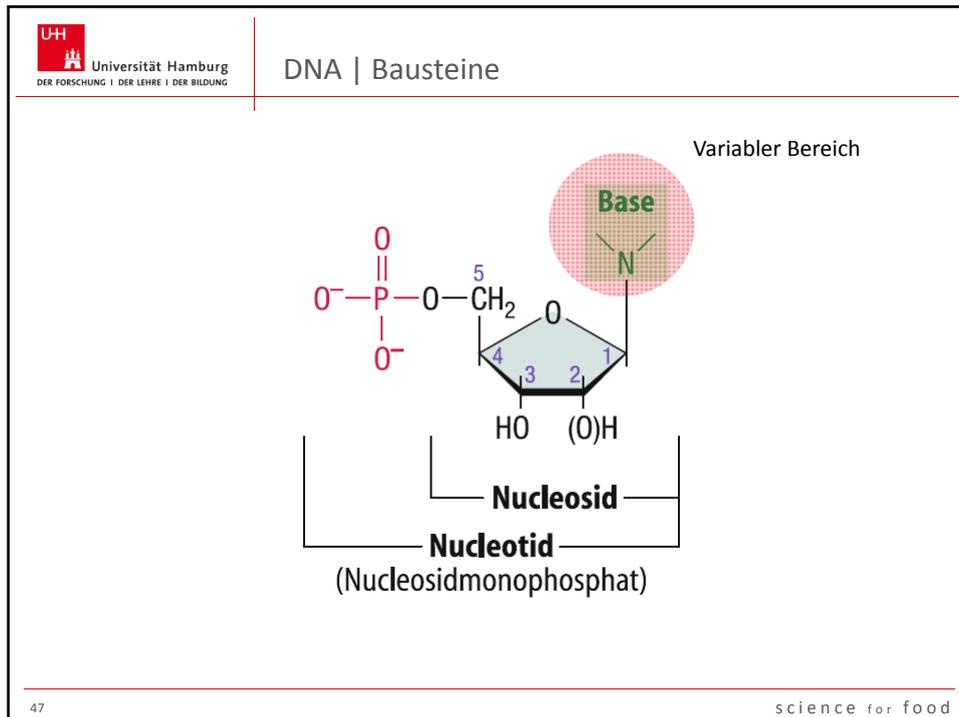
Pilotenhut
Gewicht: 400 g
= Konzentration von 1 mg/kg
äquivalent zu **1 ppm**

Biene auf dem Cockpitfenster
Gewicht: 400 mg
= Konzentration von 1 µg/kg
äquivalent zu **1 ppb**

1 Tropfen Tinte in einem Olympiaschwimmbad
1 ng = 1.000 x kleiner als 1 µg
äquivalent zu **1 ppt**
Konzentration = 1 ng/kg = 1 pg/g

44 science for food





U+H Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

DNA | Doppelhelix

3-D

menschliche DNA: 2 m lang

DNA und RNA sind polymere Verbindungen, die aus **Nucleotiden** aufgebaut werden

49 science for food

U+H Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Genomgrößen

| Organismus | Genomgröße [bp] | Gene |
|--|--------------------------------------|---------------|
| HIV | 9.700 | |
| Bakteriophage Lambda (Virus) | 50.000 | |
| <i>Escherichia coli</i> (Darmbakterium) | 4.600.000 | 4.500 |
| Backhefe (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) | 20.000.000 | 6.000 |
| Fadenwurm (<i>Caenorhabditis elegans</i>) | 80.000.000 | 19.000 |
| Acker-Schmalwand (<i>Arabidopsis thaliana</i>) | 100.000.000 | 25.500 |
| Taufliege (<i>Drosophila melanogaster</i>) | 200.000.000 | 13.500 |
| Wasserfloh (<i>Daphnia pulex</i>) | 200.000.000 | 31.000 |
| Kugelfisch (<i>Takifugu rubripes</i>) | 365.000.000 | |
| Reis (<i>Oryza sativa</i>) | 380.000.000 | |
| Kakao (<i>Theobroma cocoa</i>) | ca. 400.000.000 | |
| Gemüse Kohl (<i>Brassica oleracea</i>) | $5,99-8,68 \times 10^8$ | 100.000 |
| Mensch (<i>Homo sapiens</i>) | $3,27 \times 10^9$ | 23.000 |
| Teichmolch (<i>Triturus vulgaris</i>) | $2,5 \times 10^{10}$ | |
| Lungenfische (<i>Lepidosiren paradoxa</i>) | $7,8 \times 10^{10}$ | |

50 science for food

U+H Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FOOD PROFILING | Sortenbestimmung

orthogonales Analytenspektrum

Genom

Proteom

Metabolom

Isotopom

- stabil
- individuell
- Anwendbarkeit
 - **Biologische Identität**

Cluster growth

100–200 million molecular clusters

non-targeted Datenakquise
NGS (next generation sequencing)

| | 1 | 2 | 3 |
|----------|---|---|---|
| Position | | | |
| Cycle 1 | - | C | G |
| Cycle 2 | C | C | - |
| Cycle 3 | A | A | A |
| Cycle 4 | - | - | T |
| Cycle 5 | C | - | - |
| Cycle X | G | G | - |

51 science for food

U+H Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FOOD PROFILING | Sortenbestimmung

Coverage

400 bp
800 bp
1200 bp

AAATTACTA
Q N I Y T Y
K I L L

1. Sequenzbestimmung

52 science for food

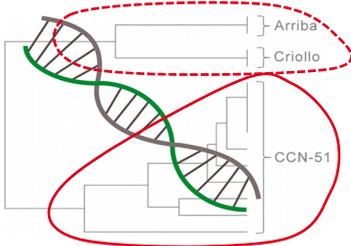

Universität Hamburg
 DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FOOD PROFILING | Sortenbestimmung

| | (33041) | 33041 | 33050 | 33060 | 33070 | 33080 | 33096 |
|--------------------|--------------|---------|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| Konsumkakao | CCN51-7new | (33041) | CATTTTACTCTCTACGCGTTAAGTAAATTA | AATTCTCATTCTGAAATGAGCTACT | | | |
| | CCN51-6new | (33041) | CATTTTACTCTCTACGCGTTAAGTAAATTA | AATTCTCATTCTGAAATGAGCTACT | | | |
| Edelkakao | Arriba-15new | (33041) | CATTTTACTCTCTACGCGTTAAGTAAATTA | AATTCTCATTCTGAAATGAGCTACT | | | |
| | Arriba-12new | (33041) | CATTTTACTCTCTACGCGTTAAGTAAATTA | AATTCTCATTCTGAAATGAGCTACT | | | |
| | HQ244500 | (33041) | CATTTTACTCTCTACGCGTTAAGTAAATTA | AATTCTCATTCTGAAATGAGCTACT | | | |

Section 592

2. Sequenzvergleich (Probe 1/Probe 2)
3. Auswertung
4. Einzelnachweis



53 science for food


Universität Hamburg
 DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Vorlesung „Nachhaltiger Konsum“
 18-11-2015
 Universität Hamburg

Food Profiling – Identität und Herkunft von Lebensmitteln



www.hsf.org
Prof. Dr. Markus Fischer



54 science for food