

Carl Friedrich von Rumohrs Kalbsbries-Pastetchen, Witzigmanns Interpretation

Eine naive Betrachtung aus naturwissenschaftlicher Sicht

Thomas A. Vilgis

Kleine Pastetchen von Buttermilch füllte man mit allerlei feinen animalischen Stoffen in wohl gebundener, leicht säuerlicher Tunke; z. B. Briesel (oder Kalbsmilch, Schweder, ris de veau) leicht abgesotten, die zartesten Theile in Würfel geschnitten, und allein oder mit Trüffeln, Morcheln, oder andern feinen Schwämmen in der weißen Tunke erwärmt, dann in die heißen Pastetchen gefüllt und aufgetragen. [...] Hinzu tut man wohl die Lebern von allerlei kleinem Geflügel.¹

Siebzehntes Capitel.

Von der Bereitung des Fleisches innerhalb eines dem Backen bloßgestellten Teiges [...] ist eine sehr weit getriebene Verfeinerung der Kochkunst [...] Diese Art von Speisen nennt man Pasteten, von dem italienischen: pasta, der Teig. [...] Besser ist besser. Gute Trüffeln geben dieser Art von Speisen eine sehr feine Würze. [...] so muß dennoch sowohl das Fleisch, als das Gehäcksel roh eingelegt werden [...] wie die Leberpasteten von allerley zahmen Geflügel, nämlich von Enten [...] und Gänsen.²

»Kalbsbries Rumohr« gehört zu den Klassikern der deutschen Küche.³ Bereits aus von Rumohrs lückenhafter Darstellung der Kalbsbriespastetchen lassen sich fundamentale Zusammenhänge erkennen: Mild schmeckendes, helles Kalbsbries mit typischem Innereienaroma, gepaart mit kräftigen, dunklen Pilzen, Morcheln, gar Trüffeln, sowie Leber und weißer Sauce werden in am Ende knusprigen Teig gegeben. Im Jahre 1822 waren offenbar Prinzipien des »Flavourpairings« auf vielen Ebenen verwirklicht, die bis heute Bestand haben oder gar wiederentdeckt werden.

1 Rumohr, C. F. von (1822). *Der Geist der Kochkunst*, Stuttgart, Tübingen, 104f. und 2. Aufl. Stuttgart 1832, 99f. – Die bibliographischen Angaben in den Fußnoten folgen naturwissenschaftlichen Konventionen und weichen daher von den übrigen Beiträgen dieses Sammelbandes ab. Alle Online-Angebote in diesem Artikel wurden zuletzt am 01.04.2025 aufgerufen.

2 Ebd., 80–82 (1822) und 77ff. (1832).

3 Siebeck, W. (2018). *Über den Tellerrand hinaus: Essenzen eines Jahrhundertgourmets. Mit einem Vorwort von Eckart Witzigmann*. Ludwig.

Der Jahrhundertkoch Eckart Witzigmann verfeinerte diese kulinarische Konstruktion, die immerhin hauptsächlich aus Innereien besteht. Diese finden in der deutschen Alltagsküche heutzutage kaum noch Verwendung, anders als in Frankreich, wo Kalbsbries und Leber häufiger auf dem Speiseplan stehen und selbst in einfachen Kochzeitschriften erwähnt werden.⁴



Abb. 1: Witzigmanns Interpretation: Rumohrs Kalbsbries Pastetchen

Das Lesen des Rezepts (s. Anhang) und ein kurzes Nachdenken offenbart den Genuss dieser feinen Briespasteten: Auf der Geschmacksebene liefern Bries und Leber einen Umamigeschmack, der von dem Parmaschinken, den Trüffeln und einer intensiven Sauce deutlich verstärkt wird. Des Weiteren liefert Lauch gemüseartige Untermalungen. Eine Texturvariation kommt durch den Filoteig hinzu. Die besondere Form des Anrichtens als Strudel verleiht dem Gericht eine gewisse Finesse, die zusammen mit der Exklusivität von Trüffel und Foie Gras hohe Erwartungen weckt. Eine detaillierte Analyse der Zutaten offenbart eine noch weitaus größere kulinarische Wirkung. Zunächst werden daher die wichtigsten Zutaten einer näheren Betrachtung unterzogen, um deren Textur, Aroma und Geschmack zu erfassen und zu verstehen. Erst im Anschluss lässt sich das Gericht in seiner Gesamtheit nachvollziehen. Dazu sind allerdings auch naturwissenschaftliche Exkursionen erforderlich, denn erst diese erlauben es, die sensorischen Zusammenhänge während des Genusses zu erkennen und zu bewerten.

4 Irène Karsenty, Ris de veau au foie gras et morilles séchées, URL: <https://www.marieclaire.fr/cuisine/ris-de-veau-aux-morilles,1195866.asp>.

Bries

Struktur und Textur

Obzwar Bries oft in der gehobenen Gastronomie eine exklusive Rolle spielt, findet sich in der gastronomischen und wissenschaftlichen Literatur nur eine marginale Auseinandersetzung mit der Thymusdrüse. Die Bezeichnung ›Kalbsbries‹ stellt lediglich eine von zahlreichen Terminologien für das betreffende Organ dar. In der Literatur findet sich eine Vielzahl an Bezeichnungen für das Kalbsbries, darunter Bries, Milke, Midder, Schweser sowie Thymus, wobei regionale Unterschiede im deutschsprachigen Raum erkennbar sind.⁵ Kalbsbries zeichnet sich durch eine delikate Konsistenz sowie einen hohen Nährwert aus. Die traditionelle Zubereitungsmethode erfolgt durch Braten in Butter. Auch in einer Panade aus Semmelbröseln oder der gröberen, knusprigen japanischen Panierung ›Panko‹ zubereitet, entfaltet es einen ausgezeichneten Genuss.

Die zarte Textur sowie der milde, delikat umamige, ein wenig süßliche, aber insgesamt wenig aufdringliche Geschmack sind die maßgeblichen Kriterien, die zur Wertschätzung des Kalbsbrieses führen. Insofern unterscheidet sich Bries deutlich von anderen Innereien, etwa Kalbsleber, Kalbsnieren oder Kutteln, die eine deutlich ausgeprägtere Eigencharakteristik aufweisen. Bei adäquater Zubereitung weist Bries eine zarte, leicht elastische Textur auf, die einen gewissen Texturkontrast erfordert. In der kulinarischen Fachwelt und in unzähligen Kochbüchern besteht vielfach die Auffassung, dass das sensorisch ideale Brieserlebnis eintritt, wenn die Außenseite eine knusprige Konsistenz, das Innere aber eine weiche, nahezu pastöse Beschaffenheit aufweist.

Um diese Eigenschaften und den speziellen Flavour zu verstehen, ist ein Blick ins Innere der Thymusdrüse notwendig. Sie gehört zum lymphatischen System und spielt eine wesentliche Rolle bei der Immunabwehr des Kalbes. Bries wiegt etwa 300 Gramm und erinnert farblich an Hirn, hat jedoch eine deutlich festere Struktur und lässt sich daher einfacher und mit sensorisch zugänglicher Textur zubereiten. In frischem Kalbsbries befinden sich etwa 17–18 g Protein, 75–80 g Wasser und lediglich 3–4 g Fett auf 100 g. Im Wasser, eigentlich Fleischsaft, sind Proteine gelöst, wie auch die Mikronährstoffe Selen, Zink, Kalium, Kupfer, Kalium und Eisen sowie gebundener Phosphor. Darüber hinaus befinden sich reichlich wasserlösliches Vitamin C sowie Vitamine der B-Gruppen im Kalbsbries.⁶

Die Gestalt und Primärstruktur der Proteine im Bries sind vielfältig, aber nur unzureichend in der wissenschaftlichen Literatur analysiert. Zwar kommen im

5 <https://foodfakten.de/was-ist-kalbsbries/>.

6 Spears, J. W. (2000). Micronutrients and immune function in cattle. *Proceedings of the nutrition society*, 59(4), 587–594.

Kalbsbries auch Proteine wie das aus Muskeln bekannte globuläre Aktin vor. Sie können allerdings kein faseriges, fibrilläres Aktin bilden. Dies verhindern Thymosine. Schon allein deswegen unterscheidet sich die molekulare Struktur der Drüse, wie auch die vieler anderer Stoffwechselorgane, in ihrem molekularen Aufbau deutlich von Fleisch. Fleisch hingegen basiert immer auf Muskeln,⁷ die je nach Funktion unterschiedliche Faserlängen und der Anforderung angepasste Bindegewebsanteile aufweisen. Die Beteiligung von Proteinen, wie beispielsweise Aktin und Myosin, erlaubt die Bewegung unter Zuhilfenahme von chemischen Reaktionen über Adenosintriphosphat (ATP). Infolgedessen können Muskelzellen als molekulare »Motoren« bezeichnet werden. Im Falle von Drüsen ist demgegenüber die Segregation von zentraler Bedeutung. In Bezug auf das Bries ist zu erwähnen, dass die Bereitstellung von Abwehrzellen und Antikörpern, Hormonen, Lymphozyten und ähnlichen Substanzen sowohl bei Tieren als auch beim Menschen eine wichtige Rolle spielt. Dies bedingt eine geringe muskuläre Aktivität, jedoch eine signifikante zelluläre Funktion hinsichtlich der Synthese und Bereitstellung entsprechender physiologisch essenzieller Substanzen. Folglich sind Proteine in Drüsen und allen übrigen Innereien nicht faserig angeordnet. Eine stark vereinfachte Darstellung des Aufbaus eines Kalbsbrieses ist in Abb. 2 gezeigt.

7 Siehe z.B. Vilgis, T. A. (2010). *Das Molekül-Menü*. Hirzel. Stuttgart.

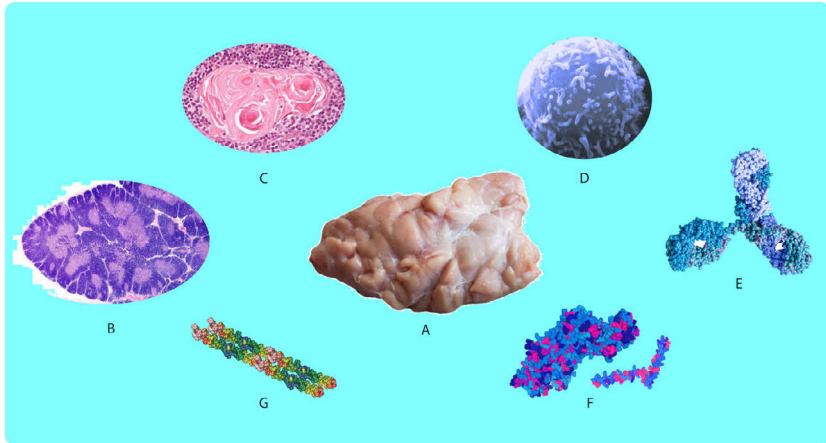


Abb. 2: Kalbsbries und einige seiner wichtigsten molekularen Komponenten: A) frisches Kalbsbries. B) mikroskopische Vergrößerungen zeigen die Struktur auf Mikrometerskala. C) Hassell Körperchen, die sich im Kalbsbries befinden und als kleine rötliche Punkte bereits in B) zu erkennen sind. D) Lymphozyten, die vom Bries exprimiert werden. E) typische Y-förmige Antikörper, die dem Immunsystem zugeführt werden. F) typische globuläre Proteine im Bries, gezeigt sind das G-Actin und ein Vertreter der Thymosine. G) Bindegewebe (Kollagen), das die unterschiedlichen Teile im Bries trennt, etwa die weiß dargestellten »Kanäle« (interlobuläre Septi, in B). Bindegewebe ist auch ein Hauptbestandteil der feinen Haut, die das Bries umgibt.

Infolgedessen unterscheiden sich Zubereitungsmethoden und resultierende Texturen von Bries und Fleisch deutlich, wie sich bereits in den Teilabbildungen 2A und 2B erkennen lässt. Am Brieslappen (A) ist deutlich die weißliche Haut zu erkennen, sie besteht aus Kollagen (Bindegewebe) und überzieht vollständig den Brieslappen. Des Weiteren reicht sie in die Teilabschnitte hinein und ist mit den interlobulären Septi verbunden. Daher weisen die einzelnen Kollagenteile unterschiedliche Festigkeiten auf. Bries ist daher in Bezug auf den Zusammenhalt deutlich schwächer als Muskelfleisch. Diese Eigenschaft manifestiert sich bereits beim Blanchieren. Die Lockerung des Kollagens führt dazu, dass sich die Haut ablösen lässt, ohne dass die einzelnen Teilbereiche der »Nuss« eine Verbindung zueinander aufweisen. Die einzelnen Teilbereiche bleiben weich und locker. Diese Eigenschaft ist auf die spezielle Proteinstruktur im Bries zurückzuführen. Während des Blanchierens (und des Kochens) erfolgt lediglich eine teilweise Denaturierung der Proteine, sodass eine hohe Vernetzung kaum stattfindet. Folglich ist ein Zähwerden des Bries kaum möglich, da Proteinvernetzungen lediglich an den Oberflächen von unmittelbar benachbarten globulären Proteinen auftreten.

Dies kann jedoch nur erfolgen, wenn die schwefelhaltige und somit vernetzbare Aminosäure Cystein sich unmittelbar an der Oberfläche der Proteinglobule befindet und diese noch nicht intern (intramolekular) vernetzt sind.⁸ Daher sind zahlreiche Cysteine für benachbarte Proteine im Bries für eine permanente Vernetzung nicht zugänglich, was dazu führt, dass die Textur auch nach dem Garen in den Segmenten locker bleibt.

Aufgrund des molekularen Aufbaus sowie der hohen Wasserbindung an den globulären Proteinoberflächen wird von zahlreichen Köchinnen und Köchen das blanchierte und von Bindegewebe befreite Bries mehrere Stunden unter Gewichten, beispielsweise einem mit Wasser gefüllten gusseisernen Topf, gepresst. Durch das Gewicht wird der Jus aus den Zwischenräumen herausgepresst. Das Wasser erfüllt zudem die Funktion eines molekularen Abstandshalters zwischen den Proteinen, so dass die feine, leicht cremig-pastöse Textur des Bries bedingt wird. Im Zuge des Herauspressens des Wassers bzw. des Fleischsaftes kommt es zu einer Annäherung der globulären Proteine, so dass auch unterschiedlich geladene Aminosäuren an den Oberflächen der unmittelbar benachbarten Proteine in Kontakt treten (vgl. Abb. 3). Im Rahmen dieser Interaktion ziehen sich unterschiedliche Ladungen an, was zur Bildung elektrostatischer Komplexe führt. In der Konsequenz führt die Verbindung benachbarter Proteine zu einer festeren und fleischartigeren Textur. Allerdings ist festzuhalten, dass Bries aufgrund seiner besonderen Proteinstruktur durch das Pressen keine zähe Konsistenz annimmt, wie dies für übergartes Fleisch allgemein bekannt ist.

Die einzigen Bereiche im Bries, die härter und zäh bleiben können, sind die Bindegewebe zwischen den verschiedenen Segmenten des Bries, die sogenannten interlobuläre Septi. Daher findet sich in nahezu jedem Rezept ein Hinweis, diese Teile zu entfernen, da das Bindegewebe den ungestörten Genuss des Bries beeinträchtigen könnte, insbesondere in Kombination mit Gänseleber, wie in Witzigmanns Interpretation des Rumohrschen Kalbsbries.

8 Lavoisier, A., Vilgis, T. A., & Aguilera, J. M. (2019). Effect of cysteine addition and heat treatment on the properties and microstructure of a calcium-induced whey protein cold-set gel. *Current research in food science*, 1, 31–42.

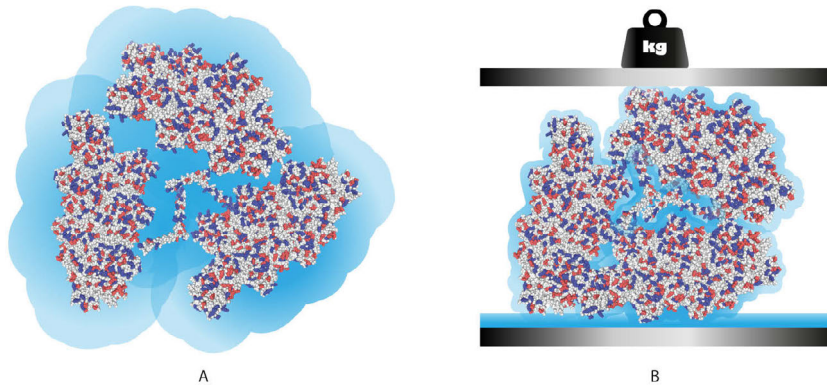


Abb. 3: Schematische Darstellung typischer Proteine im Kalbsbries und deren Veränderung während des Pressens. Die Farben der einzelnen Aminosäuren stellen unterschiedliche Ladungen und Polaritäten dar: Rot dargestellt sind die negativ geladenen, blau die positiv geladenen, grau die polaren oder hydrophoben Aminosäuren.⁹ A: Im blanchierten Kalbsbries sind die Proteine nur locker verknüpft und mit Fleischsaft umgeben (blaue Schattierung). Die Textur ist entsprechend locker und leicht pastös. B: während des Pressens (dargestellt mit zwei Platten und einem Gewicht) wird nach und nach Fleischsaft umgelagert, teilweise aus dem Bries verdrängt und somit verdunstet. Proteine lagern sich langsam um, werden mehr zusammengeschoben, elektrisch positive und negative Bereiche bilden, soweit möglich, elektrostatische Bindung, ebenso werden die Interaktionen zwischen den hydrophoben Bereichen unterschiedlicher Proteine begünstigt. Dies führt zu einer kompakten, wenngleich zarten Struktur mit deutlich mehr ›Biss‹.

Flavour des Bries

Der typische Flavour des Kalbsbrieses setzt sich aus Geschmack und dessen Aroma zusammen. Für den Basisgeschmack sind vor allem die freien Aminosäuren und kürzere Proteinbruchstücke (Peptide), die aus weniger als ca. 10 Aminosäuren bestehen, verantwortlich. Vor allem bei Stoffwechselorganen ist der Gehalt an freien Aminosäuren hoch.¹⁰ Diese tragen deutlich zum Geschmack bei.

Der Geschmack der 20 proteinogenen Aminosäuren verteilt sich auf die Grundgeschmacksrichtungen bitter, süß und umami. Dabei schmecken die hydrophoben

9 Gemäß <https://swissmodel.expasy.org/> für die Proteine G-Aktin und Thymosin.

10 López-Martínez, M. I., Toldrá, F., & Mora, L. (2023). Pork organs as a potential source of flavour-related substances. *Food Research International*, 173, 113468.

Aminosäuren mit unterschiedlicher Intensität bitter, die polaren sowie die positiv geladenen Aminosäuren süßlich und die beiden negativ geladenen Aminosäuren, Glutaminsäure und Asparaginsäure, umami, also herzhaft, fleischig.¹¹ Auch manche, über den Metabolismus immer vorhandene kurze Peptide unterstützen den Umamigeschmack, sofern sie entsprechend zusammengesetzt sind.¹²

Ein weiterer Beitrag zum Umamigeschmack des Bries versteckt sich hinter dem Hinweis, Bries habe einen hohen Gehalt an »Purin« und sollte daher nur gelegentlich verzehrt werden¹³. Aus Sicht des Genusses ist diese Warnung jedoch ein deutlicher Hinweis auf ein hohes Potenzial für Umamigeschmack.¹⁴ Tatsächlich wird dieser unmittelbar durch den Purinstoffwechsel, der den Abbau des Zelltreibstoffs Adenosintriphosphat (ATP) zur Harnsäure (siehe Abb. 4) beschreibt, mitbestimmt.¹⁵ Zwar ist ATP vor allem in den Muskeln zu finden, aber eben auch in den meisten Stoffwechselorganen, die wegen ihrer biologischen Funktion naturgemäß eine hohe Zellaktivität aufweisen müssen. Im Jungtier ist das Bries für die Bereitstellung von hohen Konzentrationen am Immunzellen verantwortlich. Dieser Syntheseprozess ist mit hohem Energieaufwand in den Zellen verbunden, der vor allem über Glucose und ATP gedeckt wird.¹⁶

Während die noch vorhandene Glucose, zusammen mit polaren und positiv geladenen Aminosäuren hohe Anteile des süßlich-milden Geschmacks bestimmen, haben die Abbauprodukte des ATP einen hohen Anteil am Umamigeschmack. Das ATP baut sich nach dem Schlachten der Tiere langsam in Adenosindi- und Adenosinmonophosphat (ADP und AMP) ab. Der weitere Abbau des AMP verläuft in Tieren, Pilzen und Pflanzen unterschiedlich. Bei Tieren bildet sich enzymatisch aus AMP meist das Inosinmonophosphat (IMP), bei Pilzen hingegen Guanosinmonophosphat (GMP), die sich chemisch nur geringfügig unterscheiden. Nach weiteren Schritten entstehen Hypoxanthin und schließlich Harnsäure. Allerdings sind die beiden Abbauprodukte IMP und GMP hochpotente Umamiverstärker.

-
- 11 Vilgis, T. A., & Vierich, T. A. (2021). *Aroma Gemüse: Der Weg zum perfekten Geschmack*. Stiftung Warentest, Berlin.
 - 12 Dutta, A., Bereau, T., & Vilgis, T. A. (2022). Identifying sequential residue patterns in bitter and umami peptides. *ACS Food Science & Technology*, 2(11), 1773–1780.
 - 13 Wolfram, G., & Colling, M. (1987). Gesamtpuringehalt in ausgewählten Lebensmitteln. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 26, 205–213.
 - 14 Johnson, Richard J., et al. (2013). Umami: the taste that drives purine intake. *The Journal of Rheumatology* 40.11, 1794–1796.
 - 15 Vilgis, T. A. (2022). Genuss und Ernährung. In *Biophysik der Ernährung: Eine Einführung für Studierende, Fachkräfte und Quereinsteiger* (pp. 419–483). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
 - 16 Lin, S. C., & Hardie, D. G. (2018). AMPK: sensing glucose as well as cellular energy status. *Cell metabolism*, 27(2), 299–313.

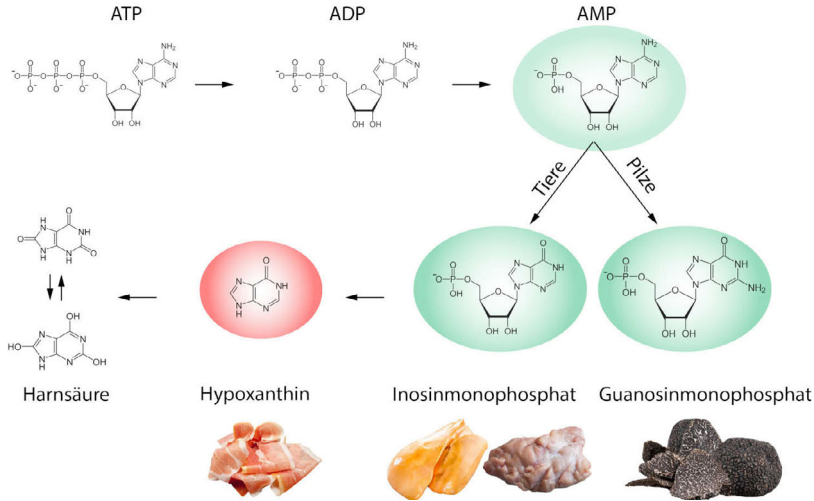


Abb. 4: Schematische Darstellung verschiedener Schritte des ATP-Abbaus zur Harnsäure (Purinstoffwechsel). Auf diesem Weg bilden sich die kulinarisch relevanten Abbauprodukte AMP und IMP bei Tieren und GMP bei Pilzen, die den Umamigeschmack deutlich verstärken. Ein weiteres Abbauprodukt des Purinstoffwechsels, Hypoxanthin, sorgt bei langgereiften Schinken, etwa Parmaschinken, für den schinkentypischen Flavour.

Beim Bries (wie auch in der im Rezept verwendeten Leber) entsteht daher IMP, das zusammen mit der freien Glutaminsäure zu einer Umamiverstärkung führt.¹⁷ Beide Moleküle zusammen regen die Umamirezeptoren in den Geschmacksknospen deutlich stärker an als die Glutaminsäure oder IMP für sich allein. Wie in Abb. 4 bereits angedeutet, bildet eine Vielzahl von Pilzen, darunter auch Trüffel, während des ATP-Abbaus Guanosinmonophosphat (GMP), welches eine ähnlich hohe Umamiverstärkung aufweist. Daraus folgt, dass der Umamigeschmack beim Rumohrschen Kalbsbries von den Zutaten bedient wird: Allein das Zusammenwirken der Zutaten Bries, Leber und Trüffel löst während des Genießens eine beachtliche Umamiintensität aus, ohne dass mittels Würzmitteln, etwa Fonds und Saucen, nachgeholfen wird.

Über die geruchsaktiven Aromen des Kalbsbrieses gibt es keine vertiefende Literatur. Im frischen und gekochten Bries dominieren allerdings Aromen, die sich über Fettsäuren ableiten, prominente Vertreter sind etwa 1-Octen-3-ol, Pentanal

17 Kawai, M., Okiyama, A., & Ueda, Y. (2002). Taste enhancements between various amino acids and IMP. *Chemical senses*, 27(8), 739–745.

oder Methylheptenon und andere ähnlich strukturierte aliphatische Kohlenwasserstoffe.¹⁸ Dies führt zu den mild wachsigen, leicht fettigen, hin und wieder leicht gurkenartigen oder an Leinsamen erinnernden Gerüchen, oft aber auch an frisches Hühnerfleisch erinnernden Aromen.¹⁹ Gekochtes Bries zeigt aber auch deutliche schwefelige Aromen, wie Methional, die beim Erhitzen aus den freien Aminosäuren Methionin und Cystein entstehen. Auch frische, von Metzgern bereits vorbereitete und vorgekochte Kutteln lassen ähnliche Gerüche erkennen.

Das Bries wird in diesem Rezept nicht wie in vielen typischen Präparationen in schäumender Butter geschwenkt und angebraten, so dass hier keine nennenswerten Röstaromen entstehen. Dafür wird der eigene Flavour des Bries durch das beigefügte Salz, die leichte Säure des Zitronensafts und etwas weißen Pfeffer unterstützt. Erst die weiteren Komponenten des Rezepts und die Kombination während des Essens ergeben daher die eigentliche Sensation des Rumohrschen Kalbsbries.

Gänsestopfleber

Physikalische Struktur und Textur

Eine weitere maßgebliche Komponente des Gerichts ist Leber und, in der Witzigmannschen Interpretation, die Gänsestopfleber. Diese Delikatesse ist natürlich wegen des Stopfens umstritten,²⁰ dennoch gehört dieses Produkt bis heute in der Hochgastronomie zum Küchenstandard.²¹ Zu den Gründen hierfür zählen die außergewöhnliche Textur, die fein austarierte Geschmacksbalance zwischen bitter, süß und umami sowie die feinen, außergewöhnlichen Aromen, die kaum etwas mit nicht gestopften Lebern der Gänse und Enten gemein haben. Allein aus dieser sehr allgemeinen Beschreibung lässt sich ein perfektes Zusammenspiel und eine starke Harmonie mit dem Kalbsbries erkennen.

Zunächst ist ein genauerer Blick auf die Zusammensetzung der Stopfleber erforderlich. Stopfleber unterscheidet sich deutlich von herkömmlichen Gänselebern, was natürlich der gezielten Fütterung und der sich daraus ergebenden Zusammen-

18 Wang, B., Wu, W., Liu, J., Soladoye, O. P., Ho, C. T., Zhang, Y., & Fu, Y. (2023). Flavor mystery of spicy hot pot base: Chemical understanding of pungent, numbing, umami and fragrant characteristics. *Trends in Food Science & Technology*, 104137.

19 Vierich, T. A. & Vilgis, T. A., (2021). *Aroma: Die Kunst des Würzens*. Stiftung Warentest. Berlin.

20 Claes, B., Siraz, S. S., De Castro, J., & Lapeyre, E. M. (2024). What is the quack about? Legitimation strategies and their perceived appropriateness in the foie gras industry. *European Management Review*. 1–16 DOI: <https://doi.org/10.1111/emre.12634>.

21 Mognard, E. (2011). Les trois traditions du foie gras dans la gastronomie française. *Anthropology of food*, (8).

setzung sofort erschließt. Der Übersicht halber sind die wesentlichen Unterschiede in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Mittlere Zusammensetzungen von Gänseleber und Stopfleber²²

Stoffe	Gänseleber (in %)	Gänsestopfleber (in %)
Wassergehalt	70–72	30–35
Protein	20–22	8–9
Fett	4–6	50–60

Foie gras weist nicht nur einen höheren Fettgehalt auf, der durch das Stopfen mit Mais und anderem Getreide bedingt ist, sondern auch eine Veränderung der physikalischen Struktur der Fettzellen in der Leber. Dies ist der Grund für die außergewöhnliche Textur der Gänseleber, unabhängig von der Verarbeitungsform. Die Verteilung der Fette sowie die Fettstruktur sind maßgeblich für das Mundgefühl, wie es sich mittels physikalischer Verfahren nachweisen lässt, unabhängig davon, ob das Produkt roh, pochiert, gebraten oder als Paté verzehrt wird.²³ Dabei stellt sich heraus, dass sich in der Stopfleber große Fettaggregate ergeben, wie in Abb. 5 beispielhaft gezeigt.

Die Fettstrukturen werden dazu in einer sehr speziellen Lasermikroskopie, der sogenannten kohärenten Anti-Stokes Resonanz Spektroskopie (CARS) dargestellt,²⁴ für die keine Schnitte wie bei herkömmlicher Lichtmikroskopie oder Gefrierprozesse wie bei elektronenmikroskopischen Verfahren notwendig sind.²⁵ Die Fettstrukturen lassen sich daher unverfälscht und ohne vorausgegangene Zerstörung der Proben darstellen.

22 Carrillo, F. S., Saucier, L., & Ratti, C. (2017). Thermal properties of duck fatty liver (foie gras) products. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 573–584.

23 Via, M. A., Baechle, M., Stephan, A., Vilgis, T. A., & Clausen, M. P. (2021). Microscopic characterization of fatty liver-based emulsions: Bridging microstructure and texture in foie gras and pâté. *Physics of Fluids*, 33(11).

24 Pezacki, J. P., Blake, J. A., Danielson, D. C., Kennedy, D. C., Lyn, R. K., & Singaravelu, R. (2011). Chemical contrast for imaging living systems: molecular vibrations drive CARS microscopy. *Nature chemical biology*, 7(3), 137–145.

25 Day, J. P., Domke, K. F., Rago, G., Kano, H., Hamaguchi, H. O., Vartiainen, E. M., & Bonn, M. (2011). Quantitative coherent anti-Stokes Raman scattering (CARS) microscopy. *The Journal of Physical Chemistry B*, 115(24), 7713–7725.

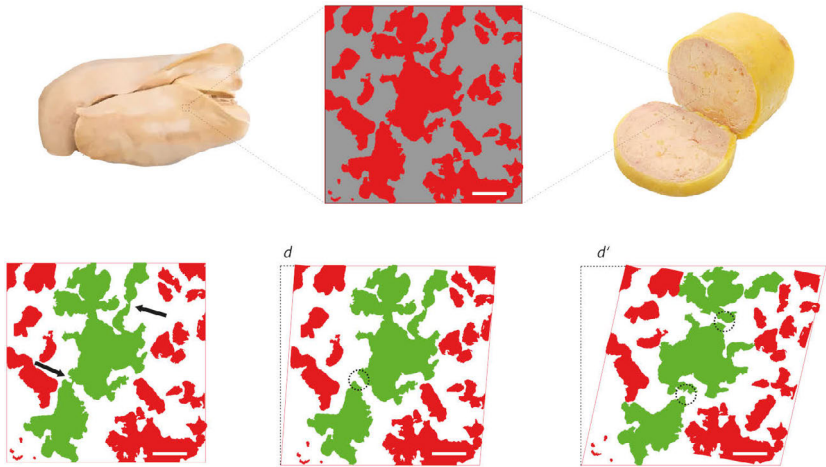


Abb. 5: Typische Fettstrukturen in Foie gras und in Teilen der Pâté de foie gras sind im oberen zentralen Bild als rote Bereiche zu erkennen. Die grauen Bereiche stellen die Proteinmatrix dar, sie besteht aus Leberproteinen und den darin gebundenen Fleischsäften (Serum). In der unteren Bildreihe ist der große, zusammenhängende Fettcluster grün eingefärbt. Die Pfeile symbolisieren die dünnsten und damit schwächsten Verbindungen im Cluster. Wird die Foie gras zwischen Zunge und Gaumen hin und her bewegt, ergeben sich auf diesen Skalen kleine Deformationen d , die große Cluster mechanisch stark beanspruchen. Bei höheren Deformationen d' zerbricht der Cluster in kleinere Aggregate. Dieses sukzessive Auseinanderbrechen der großen Cluster, bestimmt maßgeblich das besondere Mundgefühl in der Gänseleber. Der weiße Balken in den CARS-Abbildungen entspricht 50 Mikrometer.

Diese für Foie gras typische Fettstruktur bestimmt einen großen Teil des Mundgefühls und der Textur. Zum einen ergibt die Proteinmatrix eine leicht elastische und pastöse Textur, während die Fettaggregate zunächst einen hohen Widerstand bieten. Erst unter Bewegung, wenn das Stück Foie gras zwischen Gaumen und Zunge in einem bestimmten Maß deformiert wird, brechen die großen Fettcluster nach und nach an den schwächsten Stellen auf, wie in Abb. 5 symbolisch dargestellt. Gleichzeitig muss sich die Proteinmatrix viskos und elastisch weiterbewegen, um dem Fett zu folgen. Allein dieses Zusammenspiel ist in kaum einer anderen kulinarischen Konstruktion ohne weiteres möglich. Diese Strukturen verändern sich beim Erwärmen²⁶ und damit bei der Zubereitung, etwa Pochieren oder kurzes An-

26 Via, M. A., Baechle, M., Stephan, A., Vilgis, T. A., & Clausen, M. P. (2021). Microscopic characterization of fatty liver-based emulsions: Bridging microstructure and texture in foie gras and pâté. *Physics of Fluids*, 33(11).

braten der Foie gras. Kleine Fettbereiche, etwa sich sehr nahekommende, kleinere Fettcluster können sich zusammenschließen und etwas größere Aggregate bilden. Grundsätzliche Veränderungen sind allerdings nicht zu beobachten.²⁷

Darüber hinaus spielt aber auch die Temperatur beim Verzehr eine große Rolle. Abgesehen von der temperaturabhängigen Flavourfreigabe, bestimmt der Aggregatzustand des Fettes das Mundgefühl erheblich. Das Fett oder besser die Lipide der Foie gras schmelzen in einem sehr breiten Temperaturbereich. Dies lässt sich mittels kalorimetrischer Methoden einfach und genau messen.²⁸ In Abb. 6A ist dies für das Fett der Foie gras dargestellt.

Aus Abb. 6 lassen sich mehrere kulinarisch relevante Eigenschaften der Foie gras ablesen. Das Schmelzverhalten, wie es in Abbildung 6A dargestellt ist, zeigt mehrere Schmelzprozesse, die anhand der nach unten zeigenden Peaks im endothermen Bereich identifiziert werden können. Um feste Körper, wie hier die kristallisierten Lipide, zu schmelzen, ist Energiezufuhr erforderlich. Diese wird beim Essen durch die Temperatur im Mundraum, über die Blutzirkulation in Zunge und Gaumen, geliefert. Aus Abb. 6A ist zu erkennen, wie ein Teil der Lipide bereits zwischen 3 °C und 5 °C schmilzt. Bemerkenswert ist allerdings der sehr breite Schmelzbereich zwischen 20 °C und 37 °C. Genau dieser ist für das orale Prozessieren und die sich daraus ergebende Textur von besonderer Bedeutung. Ein Großteil des Fettes schmilzt daher während der Temperaturveränderung im Mundraum stetig und gleichmäßig auf. Selbst wenn die Foie gras, wie bei Rumohrs Kalbsbries, bei typischen Serviertemperaturen zwischen 30 °C und 40 °C gegessen wird, lässt sich immer noch ein Teil der Lipide zwischen 37 °C und 45 °C schmelzen. Genau diese sensorischen Effekte bestimmen, abgesehen von Aromen und Geschmack, die Einzigartigkeit des umstrittenen Produkts Foie gras.

27 Théron, L, et al. (2014). Protein matrix involved in the lipid retention of Foie Gras during cooking: A multimodal hyperspectral imaging study. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62.25, 5954–5962.

28 Menczel, J. D., Judovits, L., Prime, R. B., Bair, H. E., Reading, M., & Swier, S. (2009). Differential scanning calorimetry (DSC). In *Thermal analysis of polymers: Fundamentals and applications*, 7–239.

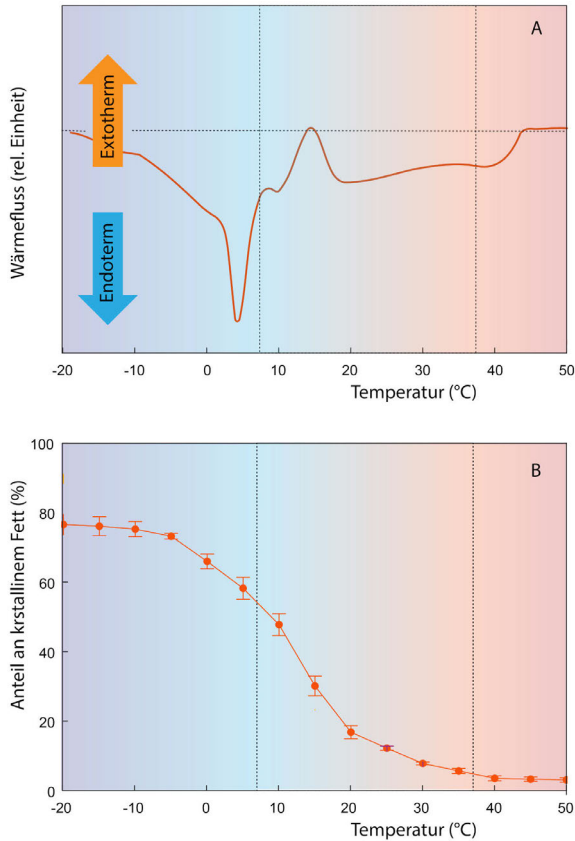


Abb. 6: Das thermische Verhalten des Fetts in Foie gras. Teilabbildung A zeigt das Schmelzverhalten des Fetts bei Lagertemperaturen von etwa -20 °C bis 50 °C. Die nach unten zeigenden Peaks zeigen das Schmelzen, die nach oben zeigenden Peaks zeigen Kristallisation bzw. Rekristallisation. Teilabbildung B zeigt den Kristallanteil (feste Fraktion) des Fetts in demselben Temperaturbereich. Die senkrechten, gestrichelten Linien definieren den kulinarisch relevanten Temperaturbereich, von etwa 8 °C bis zur Mundtemperatur von ca. 37 °C.²⁹

29 Alle Daten aus M. Bächle (2024). PhD-Thesis, MPI-für Polymerforschung, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.

Diese beschriebenen kulinarischen Effekte werden auch durch die sich kontinuierliche Verringerung des festen Anteils unter Temperaturerhöhung, wie in Abb. 6B gezeigt, unterstützt. Der feste Fettanteil nimmt mit zunehmender Temperatur kontinuierlich ab, wie sich über Standardverfahren der nuklearmagnetischen Resonanzspektroskopie³⁰ zeigen lässt. Aufgrund physikalischer Limitierungen in der Kinetik lässt sich die in Abb. 6A erkennbare Rekristallisation bei der Messung des Festfettanteils nicht darstellen.

Dieses ausgewiesene Schmelzverhalten der Gänseleber lässt sich also eindeutig auf die besondere Zusammensetzung der Lipide zurückführen. Durch die forcierte Fütterung der Tiere bildet sich eine andere Zusammensetzung der Fettsäuren im Vergleich zur Leber bei nicht gestopften Tieren. Zwar bleibt das Grundmuster erhalten, aber es bilden sich etwas mehr gesättigte Fettsäuren.³¹ Des Weiteren sind in der Foie gras deutlich mehr freie Fettsäuren vorhanden, die wiederum das Kristallisationsverhalten deutlich ändern, und somit zu dem ganz besonderen Mundgefühl und der Textur beitragen.

Allein diese bisherigen Betrachtungen lassen erahnen, welches Texturspiel Bries und Gänseleber zusammen auf der Zunge auslösen. Dies ist unter anderem der Tatsache geschuldet, dass Bries kaum Fett aufweist, Gänseleber aber deutlich überproportional. Das beim oralen Prozessieren austretende Fett der Gänseleber wirkt quasi als kulinarisches Schmiermittel (Lubrikant) auf der Zunge, es vermindert die Reibung zwischen Zunge und Gaumen, aber auch zwischen den beim Essen entstehenden Bruchstücken der jeweiligen Bissen, die den schluckbaren Bolus bilden.³² Da aber das Fett der Gänseleber in einem breiten Temperaturbereich und damit einem längeren Zeitintervall abschmilzt, ergibt sich während des Essens ein langanhaltendes Erlebnis, das die unterschiedlichen Flavours des Bries und der Gänseleber ständig neu vermischt und sensorisch vielfältig darstellt.

-
- 30 Declerck, A., Nelis, V., Danthine, S., Dewettinck, K., & Van der Meeren, P. (2021). Characterisation of fat crystal polymorphism in cocoa butter by time-domain NMR and DSC deconvolution. *Foods*, 10(3), 520.
 - 31 Bächle, M., Marquez, A. M. L., Via, M., Clausen, M. P., & Vilgis, T. A. (2025). Foie gras pâté without force-feeding. *Physics of Fluids* 37, 037196.
 - 32 Vilgis, T. A., Lendner, I., & Caviezel, R. (2015). Schluckstörungen. In *Ernährung bei Pflegebedürftigkeit und Demenz: Lebensfreude durch Genuss*, 75–102; sowie Vilgis, T. A. (2021). Texture: The physics of mouthfeel—spreadable food and inulin particle gels. *Handbook of molecular gastronomy* (pp. 581–584). CRC Press.

Flavour der Gänseleber

Wie beim Bries handelt es sich auch bei der Leber um ein Stoffwechselorgan. Das Geschmacksprofil liegt ebenfalls – über die freien Aminosäuren – auf süßlich, bitter und umami. Allerdings findet in der Leber neben dem Fettstoffwechsel auch ein Proteinstoffwechsel statt. Daher liegen hohe Konzentrationen an Umamipeptiden, aber auch Bitterpeptide³³ sowie viele hydrophobe, bitter schmeckende Aminosäuren vor. Der typische Lebergeschmack hat daher eine deutliche Bitterkomponente.

Die Aromen hingegen sind deutlich vielfältiger ausgelegt als beim Kalbsbries. Dies liegt zum einen an den vielen freien Fettsäuren, zum anderen an der ständigen Proteinsynthese, die anders als beim Bries nicht auf die Bereitstellung der Immunabwehr der Jungtiere ausgelegt ist, sondern auf den tiereigenen Stoffwechsel während des Lebens. Auch diese physiologische Tatsache ist von kulinarischer Bedeutung, denn das Aromaspektrum der Gänseleber ist deutlich breiter als das von Bries. Zwar besticht Gänseleber ebenfalls mit Geruchsstoffen, die der Oxidation von freien Fettsäuren geschuldet sind, allerdings kommen noch eine ganze Reihe aus Aminosäuren abgeleitete Aromavorläufer hinzu, die dem Bries weitgehend fehlen. Daher bekommt die Gänseleber selbst beim kurzen Anbraten und Erhitzen deutlich mehr dominante Röstaromen. Des Weiteren können verbliebene Zucker aus dem Leberstoffwechsel mit Aminosäure- und Fettsäureresten zu fruchtigen Aromen führen.³⁴

Eine Besonderheit der Foie gras ist zudem die relativ hohe Anzahl flüchtiger, kurzkettiger Fettsäuren, wie sie in manchen Ziegen- und Schafskäsen vorkommen. Obgleich diese nicht als solche Aromen einzeln ›herausriechbar‹ sind, tragen sie dennoch zum ganz besonderen Aromaeindruck der Gänseleber bei. Ebenso sind Geruchsstoffe zu nennen, die aus den langkettigen, vielfach ungesättigten Fettsäuren entstehen, welche für tierische Produkte typisch sind. Tatsächlich kommen diese hochwertigen Fettsäuren in Stopflebern kaum noch vor. Diese bauen sich zu Aromen und Fettsäureresten ab.³⁵ Prominente Aromen und ihre Geruchsattribute der gebratenen Foie gras sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

-
- 33 Kim, M. J., Son, H. J., Kim, Y., Misaka, T., & Rhyu, M. R. (2015). Umami–bitter interactions: The suppression of bitterness by umami peptides via human bitter taste receptor. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 456(2), 586–590.
 - 34 Wilhelm, R. & Ternes, W. (2016). Flüchtige Aromastoffe aus gebratener Gänseleber und Gänsestopfleber. *Fleischwirtschaft*, 96, 116–123.
 - 35 Der Abbau der langkettigen, ungesättigten Fettsäuren, wie auch der Einbau von mehr ungesättigten Fettsäuren (vor allem der Stearinsäure) hat auch biophysikalische Gründe, denn die langen Ketten lassen sich nur schwer platzsparend in den Fettzellen einbauen, während gesättigte Fettsäuren rasch eng gepackte Kristalle bilden, die leicht in den Fettzellen Platz finden.

Tabelle 2: Die wichtigsten Geruchsstoffe der rohen und gebratenen Gänseleber und die dazugehörigen Geruchsattribute³⁶

Geruchsstoff	Attribute
2-Methylbutanal	fettig, nussartig, moderig, getreideartig, fruchtig
3-Methylbutanal	etherartig, grün, nussartig, blätterartig
Undecan	grün, fettig, wachsig
Octanal	fettig, wachsig, zitrusölig
Dodecan	grün, fettig, wachsig
Heptanal	grün, blattartig, grasig, korianderblattartig
Triodecan	wachsig, fettig
Palmitinsäure	wachsig, fettig, ölig, grüner Speck
3-Methylthiopropanal	schwefelig, käsig, gekochtes Gemüse, eiertig
Benzaldehyd	aromatisch, bittermandelartig, geröstete Nüsse
Phenylacetaldehyd	würzig, aromatisch, honigartig

Wie aus Tabelle 2 deutlich wird, dominieren die grünen, fettartigen Gerüche. Des Weiteren bilden sich während des Stoffwechsels der Leber leicht schwefelartige Gerüche (3-Methylthiopropanal), die bereits in der rohen Leber vorhanden sind und sich beim Anbraten nicht signifikant verstärken. Durch das ohnehin vorsichtige, sehr kurze Anbraten entstehen keine dominanten Röstaromen, wie sie aus gebratenem Gemüse, Fleisch oder Brotrinden bekannt sind. Aus den Vorstufen der aromatischen Aminosäuren (Phenylalanin, Tyrosin, Tryptophan und Histidin) bilden sich jedoch Geruchsstoffe, wie z.B. der typische Mandel- und Marzipangeruch des Benzaldehyds und das würzig-aromatische, an Honig erinnernde Phenylacetaldehyd. Auch der Gänseleber lässt Witzigmann bei seiner Interpretation des Rumohrschen Kalbsbries ihren eigenen Raum. Die Leberstücke werden lediglich in geklärter und sehr heißer Butter sehr kurz geschwenkt. Damit bilden sich leichte Röstaromen an der Oberfläche. Der Bratvorgang muss kurz bleiben, um das Austreten des Fetts der Gänseleber aus den Oberflächen zu verhindern. Dies würde die oben beschriebenen Textureigenschaften und den Flavour der Gänseleber weitgehend zerstören.

36 Die Daten basieren auf Wilhelm, R. & Ternes, W. (2016). Flüchtige Aromastoffe aus gebratener Gänseleber und Gänsestopfleber. *Fleischwirtschaft*, 96, 116–123; Tabak, T., Yılmaz, İ., & Tekiner, İ. H. (2021). Investigation of the changes in volatile composition and amino acid profile of a gala-dinner dish by GC-MS and LC-MS/MS analyses. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100398.

Gewürzt wird die Gänseleber nach dem Anbraten lediglich mit etwas Cognac und Salz, die beide keineswegs dominieren sollten.

Allerdings kommt der Würzung der Foie gras mit Cognac aus genusschemischer Sicht eine besondere Bedeutung zu. Cognac, ein Weinbrand, wird immer in Holzfässern ausgebaut. Je nach Grundwein, Fermentation und Destillation liegen eine ganze Reihe an floralen, zitrusartigen, kräuterartigen und holzig-harzigen Grundaromen vor, die bereits aus den Traubenvariationen mit in den Cognac gegeben werden.³⁷ Schon diese Geruchsstoffe erweitern die Grundaromen der Foie gras erheblich.³⁸ Während des Ausbaus in Holzfässern bzw. Barriques werden sehr aromatische Noten an den Cognac weitergegeben.³⁹ Diese reichen von vanilleartigen und mandelartigen, bis hin zu rauchigen Gerüchen, je nach Vorbehandlung der Fassdauben. Es ist also dem Cognac, oder anderen guten Weinbränden, geschuldet, dass sich neben der Wahrnehmung von deutlichen Kontrastaromen auch eine Harmonie und Verstärkung über die Aromaten einstellt. Die vielfältigen Aromaten des Cognacs springen daher dem mandel- und marzipanartig riechenden Benzaldehyd der Foie gras zur Seite.

Es sei an dieser Stelle eine weitere Bemerkung erlaubt: Bei der Kombination von Bries und Leber gibt Witzigmanns Interpretation einen universellen Hinweis für die Küchenpraxis. Dieser besagt, dass Bries und Leber in möglichst gleich großen und gleichförmigen Stücken geschnitten werden sollten. Damit werden beide Zutaten zu gleichwertigen Hauptprotagonisten auf dem Teller, welche sich während des Genusses des Gerichts ständig in leicht wechselnden Proportionen miteinander kombinieren.

Die Verpackung der Bries-Gänseleberpakete

In Witzigmanns Interpretation des Gerichts werden die beiden Hauptkomponenten Bries und Gänseleber in Filoteig, einem sehr dünnen Strudelteig, verpackt. Ganz abgesehen von einem bestechenden optischen Eindruck auf dem angerichteten Teller erlaubt diese Methode eine ganz besonders akzentuierte Würzung. Dazu wird der Filoteig ausgerollt und mit dünnen Scheiben Parmaschinken sowie Scheiben von Schwarzen (Perigord-)Trüffeln (*tuber melanosporum*) belegt und mit gegartem Lauch

-
- 37 Lurton, L., Ferrari, G., & Snackers, G. (2012). Cognac: production and aromatic characteristics. In *Alcoholic Beverages* (pp. 242–266). Woodhead Publishing.
 - 38 Thibaud, F., Courregelongue, M., & Darriet, P. (2020). Contribution of volatile odorous terpenoid compounds to aged cognac spirits aroma in a context of multicomponent odor mixtures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(47), 13310–13318.
 - 39 Zanghelini, G., Giampaoli, P., Athès, V., Vitu, S., Wilhelm, V., & Esteban-Decloux, M. (2024). Charentaise distillation of cognac. Part I: Behavior of aroma compounds. *Food Research International*, 178, 113977.

bestreut, bevor das gekochte Bries und die leicht angebratene Gänseleber darauf gegeben werden und bevor diese Anordnung zu einem Strudel gerollt wird. Parmaschinken, Lauch und Trüffel sind damit wohlplatzierte Geschmacks- und Aromaverstärker dieses Gerichts. Dies wird verständlicher, wenn die einzelnen Schichten zwischen Filoteig und Bries bzw. Foie gras genauer betrachtet werden.

Parmaschinken

Parmaschinken besticht durch seine lange Reifung mit einem tiefen Umami- und Salzgeschmack.⁴⁰ Darüber hinaus weist er einen sanften Bittergeschmack auf. Im Aromenspektrum sind wieder typische Gerüche des Fettabbaus⁴¹ zu erkennen, vor allem pilzartige (1-Octen-3-ol) und fettig-nussartige (Pentenol u.a.) Anklänge, die der langen Reifung des Fleisches geschuldet sind.⁴² Diese typischen Flavourprofile dienen sogar als Marker für die Fleischqualität und die Dauer des Reifungsprozesses.⁴³ Vor der Reifung muss der Schinken jedoch gesalzen werden. Dies verhindert zum einen die Besiedelung durch pathogene Keime und stellt die Lagerfähigkeit sicher⁴⁴ und liefert zum anderen den erwünschten Salzgeschmack des Schinken. Ein Großteil der intensiven Aromen und des sehr tiefen Geschmacks ist jedoch eine konsequente Folge der mit der Reifung einhergehenden molekularen Veränderungen.

Für Schinken werden die Hinterkeulen von Schweinen benötigt. Damit besteht die molekulare Grundlage aus schierem Muskelfleisch mit Fetteinlagerungen. Daher läge die Vermutung nahe, es käme auch im Parmaschinken zu einer Wechselwirkung zwischen dem ATP Abbauprodukt IMP (siehe Abb. 4) und freien Glutaminsäuren. Dem ist aber nicht so, denn nach den monatelangen Reifungszeiten ist im

-
- 40 Sforza, S., et al. (2001). Oligopeptides and free amino acids in Parma hams of known cathepsin B activity. *Food Chemistry*, 75, 267–273.
- 41 Pugliese, C., Sirtori, F., Calamai, L., & Franci, O. (2010). The evolution of volatile compounds profile of »Toscana« dry-cured ham during ripening as revealed by SPME-GC-MS approach. *Journal of Mass Spectrometry*, 45(9), 1056–1064.
- 42 Bolzoni, L., Barbieri, G., & Virgili, R. (1996). Changes in volatile compounds of Parma ham during maturation. *Meat Science*, 43(3–4), 301–310.
- 43 Nannoni, et al. (2023) Effects of lavender essential oil inhalation on the welfare and meat quality of fattening heavy pigs intended for parma ham production. *Animals*, 13, 2967; Pinna, A., Simoncini, N., Toscani, T., & Virgili, R. (2012). Volatile organic compounds of Parma dry-cured ham as markers of ageing time and aged ham aroma. *Italian Journal of Food Science/ Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti*, 24(4).
- 44 Bosse, R., Müller, A., Gibis, M., Weiss, A., Schmidt, H., & Weiss, J. (2018). Recent advances in cured raw ham manufacture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(4), 610–630; Lücke, F. K., & Zangerl, P. (2014). Food safety challenges associated with traditional foods in German-speaking regions. *Food Control*, 43, 217–230.

Schinken keine nennenswerte Konzentration von IMP mehr vorhanden.⁴⁵ IMP wird zu Hypoxanthin (Hx) abgebaut, das zum Schinkenflavour beiträgt, aber nicht mehr über Umamirezeptoren in den Geschmacksknospen wahrgenommen wird.⁴⁶ Dafür wirkt Hx leicht bitter und säuerlich.⁴⁷

Daher bildet sich beim Schinken ein Umamigeschmack aus, der weniger auf das Zusammenspiel von freier Glutaminsäure und das Nucleotide IMP zurückzuführen ist, als auf einem partiellen Abbau von Muskelproteinen. Grundlage hierfür sind vor allem die tierieigenen Proteasen Kathepsin und Kalpain. Die Enzyme können als »molekulare Scheren« betrachtet werden, welche Proteine und für die jeweiligen Enzyme typische Bindungen durchtrennen. Dies ist in Abb. 7 vereinfacht dargestellt. Bei längerem Einwirken der Enzyme werden also immer kürzere Peptide erzeugt, die von den Geschmacksrezeptoren entweder als Bitter- oder Umamipeptide erkannt werden.⁴⁸

-
- 45 Hernández-Cázares, A. S., Aristoy, M. C., & Toldrá, F. (2011). Nucleotides and their degradation products during processing of dry-cured ham, measured by HPLC and an enzyme sensor. *Meat Science*, 87(2), 125–129.
- 46 Huang, C, et al. (2021). The effect of purine content on sensory quality of pork. *Meat Science*, 172, 108346.
- 47 Tikk, M., Tikk, K., Tørrngren, M. A., Meinert, L., Aaslyng, M. D., Karlsson, A. H., & Andersen, H. J. (2006). Development of inosine monophosphate and its degradation products during aging of pork of different qualities in relation to basic taste and retronasal flavor perception of the meat. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(20), 7769–7777; Zhang, L., Liang, L., Qiao, K., Pu, D., Sun, B., Zhou, X., & Zhang, Y. (2023). Decoding the effect of age on the taste perception of chicken breast soup based on LC-QTOF-MS/MS combined with a chemometric approach. *Foods*, 12(3), 674.
- 48 Zhang, J., Sun-Waterhouse, D., Su, G., & Zhao, M. (2019). New insight into umami receptor, umami/umami-enhancing peptides and their derivatives: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 429–438.

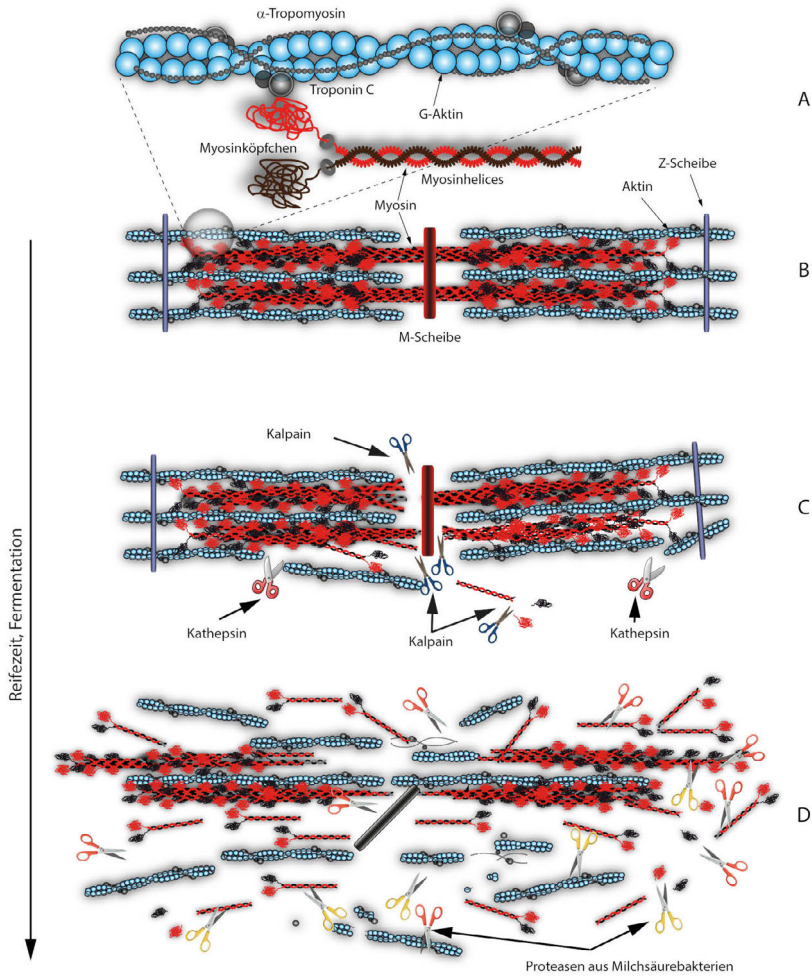


Abb. 7: Schematische Darstellung der Reifungsprozesse beim lang gereiften Schinken. Der Muskelmotor (A) besteht im Wesentlichen aus Aktin und Myosin, die beide in einer Muskelzelle (B) in fibrillären Strukturen angeordnet sind. Aktinfibrillen sind aus globulärem Aktin (blaue Kreise), das schon im Bries zu finden ist, zusammengesetzt. Enzyme, hier Kalpain und Kathepsin, sind als Scheren dargestellt, die zu Anfang des Reifungsprozesses (C) ihre Schneidearbeit verrichten. Bei weiterem Fortschritt des Reifungsprozesses bilden sich immer mehr Bruchstücke, die, wenn sie ausreichend kurz sind, zu Bitter-, Umami- und den kokumi auslösenden Di- und Tri- γ -Glutamylpeptiden umgewandelt werden. Auch Mikroorganismen, wie Milchsäurebakterien und wilde Hefen, die den Schinken besiedeln, emittieren Enzyme, die zur Flavourbildung beitragen.

Da bei dem Schneideprozess auch (stochastisch) immer wieder Glutaminsäuren freigelegt werden, erhöht sich deren Konzentration ständig, mit zunehmender Reifezeit steigt damit der Umamigeschmack. Gleichzeitig werden bei Peptiden, die lediglich aus drei Aminosäuren, vornehmlich aus einer Glutaminsäure und ein oder zwei hydrophoben Aminosäuren bestehen, die proteinartigen α -Peptidbindungen zu γ -Peptidbindungen enzymatisch umgebaut.⁴⁹ Diese liefern einen weiteren, kulinarisch höchstwillkommenen Beitrag zur Sensorik. Sie sorgen für eine hohe Mundfülle (kokumi)⁵⁰ beim Genuss vieler lang gereifter Lebensmittel.⁵¹

Daraus ergibt sich, dass die dünnen Streifen Parmaschinken eine überzeugende Würzkraft in das Gericht einbringen. Einerseits verstärken sie den Salz- und Umamigeschmack und erweitern mit runden, leichten Bittertönen den Geschmack. Andererseits steuern sie kokumi bei, was nur über lange Kochprozesse, etwa Schmoren oder Fondskochen, oder eben lange Reifungsprozesse möglich ist.

Eine erste Basis für die Aromabildung ist das eingelagerte Fett in den Muskeln der Keule und das Unterhautfett (Speck). Während der langen Reifungszeit schreitet die Fettoxidation weit voran, was sich zum Beispiel in tiefen, pilzartigen Gerüchen ausdrückt, wie sie auch von manchen monatelang gereiften Hartkäsen ausgehen.⁵² So dominiert bei Reifungen mit mehr als drei bis fünf Monaten 1-Octen-3-ol, das typisch pilzartig riecht. Dieser Geruch wird begleitet von ähnlich strukturierten Geruchsstoffen aus Fettsäureresten, die pilzartige, nussartige und grasige Gerüche liefern.⁵³

Die Proteinhydrolyse, die bereits für den tiefen Umamigeschmack sorgt, liefert aber auch eine ganze Reihe von freien Aminosäuren, die während der Reifung zum Teil chemisch zu Aromavorläufern reagieren, woraus in weiteren Schritten schinkencharakteristische Aromen entstehen. Wie bereits angesprochen, bilden

-
- 49 Heres, A., Li, Q., Toldrá, F., Lametsch, R., & Mora, L. (2023). Generation of kokumi γ -glutamyl short peptides in Spanish dry-cured ham during its processing. *Meat science*, 206, 109323.
- 50 Toelstede, S., Dunkel, A., & Hofmann, T. (2009). A series of kokumi peptides impart the long-lasting mouthfulness of matured Gouda cheese. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(4), 1440–1448.
- 51 Zhou, C. Y., Pan, D. D., Cao, J. X., & Zhou, G. H. (2021). A comprehensive review on molecular mechanism of defective dry-cured ham with excessive pastiness, adhesiveness, and bitterness by proteomics insights. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3838–3857.
- 52 Bolzoni, L., Barbieri, G., & Virgili, R. (1996). Changes in volatile compounds of Parma ham during maturation. *Meat Science*, 43(3–4), 301–310.
- 53 Ramírez, R., & Cava, R. (2007). Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian X Duroc genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(5), 1923–1931; Blank, I., Devaud, S., Fay, L. B., Cerny, C., Steiner, M., & Zurbriggen, B. (2001). Odor-active compounds of dry-cured meat: Italian-type salami and Parma ham. In Takeoka et al., *Aroma active compounds in foods*. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC.

sich bei der Reifung leicht flüchtige schwefelige Aromen, die bei Bries und Leber bereits sensorisch eine Rolle spielen, etwa Dimethyldisulphide, Dimethyltrisulphide, 3-Methylthiopropional und Methonal. Bei den langen Reifezeiten entstehen allerdings eine ganze Reihe heterozyklischer Aromen und Furane,⁵⁴ deren Geruch den meisten gereiften Fleischerzeugnissen, wie Salami und Saucisson secs, zu eigen ist. Dazu gehören etwa das leicht röstig, nach Popcorn riechende 2-Acetyl-1-Pyrrolin, das süßlich-karamellartige 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon und das aus Bockshornklee und Sellerie bekannte Sotolon, das ebenfalls karamellartig bis curryartig riecht.⁵⁵ Auch Aromaten bilden sich verstärkt während der Reifung, dazu gehören Benzaldehyd, Phenylacetat und Phenylacetaldehyd, die für mandelartige und würzig-honigartige Noten bei Leber und Bries stehen, beim Parmaschinken aber deutlich geruchsaktiver sind. Selbst phenolisch, moderig und rauchartig, nach verbrannten Blüten anmutende Geruchsnoten sind im Parmaschinken zu erkennen, namentlich über *p*-Cresol, 2,3-Dimethylphenol und *p*- und *o*-Xylen.

Ein weiterer Schritt zur Flavourbildung sind Milchsäurebakterien, die bereits in den ersten Tagen nach der Schlachtung im frühen Stadium der Reifung aus Glycogen, den Kohlenhydratspeichern der Muskeln, Milchsäure herstellen. Dadurch bildet sich nicht nur ein leicht säuerlicher Geschmack, der allen gereiften und fermentierten Lebensmitteln unterliegt und über Milchsäure und Essigsäure vermittelt wird, sondern es entstehen auch typische organische Säuren, die zum Geruch des Parmaschinkens beitragen.⁵⁶

In diesem Kontext ist festzuhalten, dass sich nicht alle Aromatypen während der Reifung in gleicher Weise entwickeln. Fruchtige Gerüche, welche durch Fruchttester bedingt sind, verlieren sich bei kürzeren Reifezeiten, etwa zwischen drei und sechs Monaten, wobei sich bei weiterer Reifung ein gegenteiliger Effekt einstellt. Aus kulinarischer Perspektive ist es daher empfehlenswert, die Auswahl der Schinkentypen mit Bedacht zu treffen.⁵⁷

Diese ausführlichen Betrachtungen zum Parmaschinken weisen deutlich auf die kulinarische Rolle dieser ›Minoritätskomponente‹ in Witzigmanns Interpretation hin. Die Schinkenschicht zwischen Filoteig erfüllt eine sehr akzentuierte, aber wohl

-
- 54 Lücke, F. K., & Zangerl, P. (2014). Food safety challenges associated with traditional foods in German-speaking regions. *Food Control*, 43, 217–230.
- 55 Blank, I., Devaud, S., Fay, L. B., Cerny, C., Steiner, M., & Zurbruggen, B. (2001). Odor-active compounds of dry-cured meat: Italian-type salami and Parma ham. In Takeoka et al., *Aroma active compounds in foods*. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC.
- 56 Lorenzo, J. M., Fontán, M. C. G., Cachaldora, A., Franco, I., & Carballo, J. (2010). Study of the lactic acid bacteria throughout the manufacture of dry-cured lacón (a Spanish traditional meat product). Effect of some additives. *Food microbiology*, 27(2), 229–235.
- 57 Pinna, A., Simoncini, N., Toscani, T., & Virgili, R. (2012). Volatile organic compounds of Parma dry-cured ham as markers of ageing time and aged ham aroma. *Italian Journal of Food Science/ Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti*, 24(4).

platzierte Würzfunktion. Zum einen trägt der Parmaschinken einen hohen Anteil des Umamigeschmacks des Gerichts, zum anderen verstärkt er die eher zurückhaltenden Aromen von Bries und Leber deutlich.

Lauch und Crème double

Für eine Verstärkung der Schwefelaromen ist auch der Lauch verantwortlich. Das frische Zwiebelgewächs wird maßgeblich durch schwefelige, zwiebelartige sowie aliphatische, wachsige, fettige und grüne Aromakomponenten geprägt. Unter den identifizierten Aromakomponenten stechen insbesondere Dipropyldisulfid, das schwefelig, lauchtypisch, erdig, nach grüner Zwiebel riecht, und an Knoblauch erinnerndes Methylpropenyldisulfid hervor. Wie in allen Lebensmitteln sind grüne Aromen, mit ihren grasigen und wachsartigen Gerüchen vorhanden. Roher Lauch übt allerdings einen starken trigeminalen, stechenden und schmerzhaften Reiz auf der Zunge aus, ebenso wirkt er tränenreizend, ähnlich frischen Zwiebeln.

Daher muss Lauch für dieses Gericht zwingend erhitzt werden. In Witzigmanns Interpretation wird der Lauch blanchiert und anschließend in stark reduzierter Crème double geschwenkt, bevor er mit etwas Eigelb gebunden wird. Der hier beschriebene Prozess führt zu einer signifikanten Abmilderung der trigeminalen Reize, welche durch den Verzehr von Lauch im Vordergrund stehen. Ebenso werden die stechenden Schwefelaromen, die roher Lauch in sich birgt, reduziert. Gleichzeitig werden aber schwefelige Gerüche der gekochten Milch über die reduzierte Crème double beigefügt, ebenso typische Schwefelaromen des Eigelbs. Die Crème double fügt außerdem grüne und grasige Gerüche bei, vor allem punktet sie in Lactonen.⁵⁸ Diese sehr sahnigen, an Kokosnuss erinnernden Geruchsstoffe entstehen aus gesättigten Fettsäuren.⁵⁹ Tatsächlich sind die heterocyclischen Lactone eine entscheidende Geruchskomponente, denn sie sorgen, gepaart mit dem Milchzucker (Lactose), für eine deutliche Abrundung, die durch Sahne in vielen Gerichten erwünscht ist. Die Bittereindrücke des Lauchs werden also durch Lactose auf der Geschmacksebene und durch Lactone auf der Geruchsebene leicht abgeschwächt.

Trüffel

Schwarze Trüffel aus dem Périgord sind neben der Gänseleber eine weitere Edelmetz in dieser Zubereitung. Trüffel der Gattung *tuber melanosporum* gehören neben den weißen Trüffeln aus Alba (*tuber magnatum*) zu den aromareichsten und intensivsten

58 Scanlan, R. A., Lindsay, R. C., Libbey, L. M., & Day, E. A. (1968). Heat-induced volatile compounds in milk. *Journal of Dairy Science*, 51(7), 1001–1007.

59 Belitz, I. H. D., & Grosch, I. W. (2013). *Food chemistry*. Springer Science & Business Media. Heidelberg.

Vertretern. Ihr Geschmack ist relativ zurückhaltend, es sind lediglich leichte Bittertöne und ein leichter Umamigeschmack zu erkennen, aber in ihrem Geruch sind sie kleine Sensationen.⁶⁰ In schwarzen Trüffeln werden etwa 200 verschiedene Aromen gefunden,⁶¹ allerdings tragen bei weitem nicht alle zum Geruch bei, da die meisten davon eine viel zu geringe Geruchsaktivität aufweisen.⁶² Auch hängt der Geruch von Trüffeln stark von der Erntezeit ab. Dazu analysierten Tejedor-Calvo et al. die Aromen in verschiedenen Erntezeiten der Trüffelsaison.⁶³ Des Weiteren gibt es auch kein einzelnes Schlüsselaroma der Trüffel, der Trüffelgeruch ist ein Zusammenspiel von etwa zehn stark geruchsaktiven flüchtigen Verbindungen. Dazu gehören vor allem schwefelige Geruchsstoffe, die im Zusammenspiel mit den pilzartig riechenden Oxidationsprodukten der Fettsäuren, den unglaublich würzig-erdig-muffig-modrigen Duft der Perigord-Trüffel vollenden. Der Trüffelduft ist damit eine Mischung der Fettsäureabbauprodukte 1-Octen-3-ol, 2-Octenal, 3-Methylbutanal, die pilzig, moderig, wachsig riechen, den linearen Schwefelverbindungen Dimethylsulfid und Dimethyldisulfid, die den Geruch von gekochten Kartoffeln und Zwiebeln eintragen, und der heterocyclischen Schwefelverbindung 3-Methyl-4,5-dihydrothiophen, das einen Hauch reifen Käse und Gummigeruch beisteuert. Des Weiteren spielen noch aromatische Verbindungen, unter anderem das Benzaldehyd, eine Rolle im Geruchsprofil der Perigord-Trüffel.

Immer wieder wurde das Trüffelaroma mit moschusartig riechendem Androsteron (5 α -Androst-16-en-3-on) in Verbindung gebracht, da Trüffelschweine auf diesen Sexuallockstoff, er kommt auch bei Ebern vor, reagieren. Dies wurde allerdings nie in chemischen Analysen nachgewiesen. Im Gegenteil, es wurden bereits vor über 30 Jahren Experimente mit Schweinen durchgeführt. Dazu wurden speziell mit dem Lockstoff präparierte Proben in der Nähe von Trüffellagen vergraben. In der durchgeführten Untersuchung konnte bei keinem der untersuchten Schweine eine Reaktion auf die Proben, die Androsteron enthielten, festgestellt werden. Demgegenüber

-
- 60 Allen, K., & Bennett, J. W. (2021). Tour of truffles: aromas, aphrodisiacs, adaptogens, and more. *Mycobiology*, 49(3), 201–212; Tejedor-Calvo, E., García-Barreda, S., Felices-Mayordomo, M., Blanco, D., Sánchez, S., & Marco, P. (2023). Truffle flavored commercial products veracity and sensory analysis from truffle and non-truffle consumers. *Food Control*, 145, 109424.
- 61 Mauriello, G., Marino, R., D'Auria, M., Cerone, G., & Rana, G. L. (2004). Determination of volatile organic compounds from truffles via SPME-GC-MS. *Journal of chromatographic science*, 42(6), 299–305.
- 62 Dunkel, A., Steinhaus, M., Kotthoff, M., Nowak, B., Krautwurst, D., Schieberle, P., & Hofmann, T. (2014). Nature's chemical signatures in human olfaction: a foodborne perspective for future biotechnology. *Angewandte Chemie International Edition*, 53(28), 7124–7143.
- 63 Tejedor-Calvo, E., García-Barreda, S., Felices-Mayordomo, M., Blanco, D., Sánchez, S., & Marco, P. (2023). Truffle flavored commercial products veracity and sensory analysis from truffle and non-truffle consumers. *Food Control*, 145, 109424

zeigten sie gegenüber den Originalen, also den Trüffeln selbst, eine positive Reaktion.⁶⁴ Trüffelschweine oder auch Hunde reagieren offenbar, wie wir Genussmenschen, auf das sensationelle Gemisch von Geruchsstoffen, die im Übrigen jeder für sich, isoliert gerochen überhaupt keine olfaktorischen Sensationen auslösen. Erst die sehr spezielle Mischung der verschiedenen Geruchsstoffe definiert das betörende Parfüm der schwarzen Perigord-Trüffel.

Die Trüffelkomponente in Rumohrs Kalbsbries ist damit auf zwei sensorischen Ebenen evident: zum einen steuern Trüffel den Geschmacksverstärker Guanosinmonophosphat, GMP, bei und dienen der Umamiverstärkung des Gerichts, wie bereits in Abb. 4 angedeutet. Zum anderen steuern sie eine deutliche Verstärkung der olfaktorischen Sensorik bei. Trüffel verstärken die bereits über Gänseleber, Bries, Lauch und Sahne vorhandenen Aromatypen. Vor allem die Schwefelnoten werden durch die TrüffelpWürzung stark unterstützt.

Schwarze Trüffel müssen allerdings erwärmt werden, damit sie ihr vollständiges Flavourpotenzial entwickeln können und bereits während des Fertigstellens der Pate im Ofen ihre Aromen an die Gänseleber abgeben können. Dazu werden sie in Witzigmanns Rezept kurz in Madeira gedünstet. Madeira wiederum besticht durch sein oxidatives Aromaspektrum,⁶⁵ das wiederum den erdig muffigen Trüffelcharakter unterstreicht. Die trüffeleigenen Aromen werden durch das Erwärmen verstärkt, andererseits wird der Madeira durch Trüffel zusätzlich aromatisiert, was später der Sauce zugutekommt.

Ein Punkt sei hier noch am Rande angemerkt: Die Kombination Gänseleber, Lauch, Trüffel und andere Pilze, etwa Champignons, steht in den verschiedensten kulinarischen Kompositionen im Vordergrund. Die bekannteste davon dürfte die Soupe aux truffes VGE sein,⁶⁶ die Paul Bocuse zu Ehren des damaligen Staatspräsidenten Valéry Giscard d'Estaing kreierte.

Teig und Textur

Der Filoteig dient vor allem als Verpackungsmaterial. Sein Geschmack bleibt im Vergleich zu den meisten Zutaten eher zurückhaltend, dominiert im Wesentlichen durch Salz und eine leichte Süße, die über die freien Zucker aus der Stärke des Weizenmehls gegeben ist. Seine Aromen bleiben ebenfalls zurückhaltend. Er liefert getreideartige, leicht nussig-wachsartige Anklänge, auch sie gehören zu den

64 Talou, T., Gaset, A., Delmas, M., Kulifaj, M., & Montant, C. (1990). Dimethyl sulphide: the secret for black truffle hunting by animals? *Mycological Research*, 94(2), 277–278.

65 Perestrelo, R., Silva, C., Gonçalves, C., Castillo, M., & Câmara, J. S. (2020). An approach of the madeira wine chemistry. *Beverages*, 6(1), 12.

66 Bertacchini, E., Bravo, G., Marrelli, M., & Santagata, W. (2012). Cultural commons: A new perspective on the production and evolution of cultures. In *Cultural Commons*. Edward Elgar Publishing.

Fettabbauprodukten. Beim Garen im Ofen bilden sich leichte Röstaromen, die sich über heterocyclische Geruchsstoffe, meist Pyrrazine und Pyroline ergeben.⁶⁷

Seine kulinarische Funktion ergibt sich allerdings aus der härteren bis knusprigen Textur an der äußeren Oberfläche. Damit fügt er dem Gericht einen Texturkontrast bei. Gegenüber der weichen, pastösen Konsistenz aller anderen makroskopischen Zutaten ergeben sich über den gebackenen Filoteig Texturspitzen während des oralen Prozessierens, immer wenn ein Stückchen davon mit aufgenommen wird. Allein dadurch steigert sich die kulinarische Spannung. Darüber hinaus ist für das Zerkleinern der knusprigen Filoteigstückchen mehr Bisskraft über die Zähne nötig, die Bewegung der Kaumuskulatur verändert sich, wobei sich wiederum die Transformation der Komponenten im Mund zu einem schluckbaren Bolus verändert. Dies führt wiederum zu einer Veränderung der Flavourfreigabe im Mund. Die gustatorische sowie die retronasale Wahrnehmung werden allein durch die Präsenz der ›Knusperelemente‹ modifiziert, wobei die Intensität dieser Veränderung von der Menge und Größe des bei jedem Bissen aufgenommenen Filoteigs abhängt. Dies liegt auch an dem veränderten Speichelbedarf während des oralen Prozessierens. Während alle Komponenten und Elemente des Tellers relativ hohe Wassergehalte aufweisen, ist der knusprige Filoteig relativ trocken. Um aber in den Bolus eingearbeitet zu werden, ist zusätzlich Speichel notwendig. Infolge dessen verändert sich die Geschmacksempfindung, die mit der Wasserlöslichkeit aller Geschmacksstoffe verknüpft ist.⁶⁸

Textur ist zwar vordergründig eine taktil-mechanisch-sensorische Eigenschaft, sie ist darüber hinaus aber während des oralen Prozessierens stark an die physikalisch-chemische Flavourfreigabe gekoppelt. Selbst mit relativ neutralen oder flavourreduzierten Texturelementen lässt sich daher indirekt, unterbewusst und damit effektiv würzen.

Sauce: hohe Flavourdichte

Saucen, in aller Regel Öl-in-Wasser Emulsionen, gehören zu den komplexesten Flüssigkeiten und spielen in der Kulinarik eine herausragende Rolle.⁶⁹ Allein ihre Vielfalt an Zutaten, die Aromabildung und -verdichtung bei der Reduktion einzelner Zutaten und die Nichtaustauschbarkeit der zeitlichen Verläufe ihrer Zubereitung

67 Cho, I. H., & Peterson, D. G. (2010). Chemistry of bread aroma: A review. *Food Science and Biotechnology*, 19, 575–582.

68 Vilgis, T. A. (2024). Food oral processing as a multiscale soft matter physics problem. *Nature Reviews Physics*, 6(4), 212–214.

69 Vilgis, T. A. (2010). *Das Molekül-Menü*. Hirzel, Stuttgart; Vilgis, T. A. (2015). Soft matter food physics—the physics of food and cooking. *Reports on Progress in Physics*, 78(12), 124602.

lassen die Komplexität erkennen. Witzigmanns Sauce zum Kalbsbries Rumohr ist ein Paradebeispiel dafür.

Saucen spielen häufig mit möglichst hoher Geschmacksdichte und bespielen alle Grundgeschmacksrichtungen. Ihre Viskosität ist meist deutlich höher als Wasser, daher wird ihre Textur oft als sämig bezeichnet. Auch in diesem Fall lässt sich dies sofort an der Zutatenliste erkennen, wie in Tabelle III zusammengefasst ist.

Tabelle 3: Die Zutaten für die Sauce und ihr jeweiliger Beitrag zum Flavour. Flavour beschreibt die Summe von Geschmack, Aroma, trigeminalen Reizen, Mundfülle sowie Textur.

Zutat	Geschmack	Aroma	Mundfülle	Textur
Lauch/ Schalotte	bitter	schwefelartig	–	–
Geflügelbrühe	umami	fettig, schwefelig, fleischartig	kokumi (Protein)	–
Noilly Prat	bitter	weinartig, oxidiert	–	–
Champagner	sauer, süß	weinartig	–	–
Creme double	süß	fettig, sahnig, kokosartig	kokumi (Fett)	Viskosität/ Emulsion
Trüffelsüd/ Madeira	bitter, süß	weinartig, oxidiert, trüffelartig	–	–
Kalte Butter	süß	fettig, butterartig, milchartig	kokumi (Fett)	Viskosität/ Emulsion
Grüner Pfeffer/ Zitronensaft	sauer	zitrusartig, grün, pfefferig	–	–

Die in Tabelle 3 aufgeführten Zutaten zeigen ihre Funktion und ihren Beitrag für das Zusammenspiel in der finalen Sauce. Die Geflügelbrühe ist ein Paradebeispiel für eine Umami- und Kokumibombe, sofern sie bei der Herstellung lange genug gekocht wird.⁷⁰ Wird die Brühe mit ausreichend Knochen, etwa der Karkasse oder einem ganzen Suppenhuhn gekocht, tragen alle Komponenten zur Flavourbildung bei. Vor allem die Knochen bieten bei hinreichend langer Kochzeit ein immenses

70 Zhang, Y., et al. (2019). Purification and identification of kokumi-enhancing peptides from chicken protein hydrolysate. *International Journal of Food Science & Technology*, 54.6, 2151–2158; Liao, M., et al. (2024). The effect of enzymatic hydrolysis on the flavor improvement of chicken broth by characterizing key taste and odor-active compounds. *Food Bioscience* 62, 105054.

Umami- und Kokumipotentiale, denn wie es sich in systematischen Analysen zeigen lässt, bilden sich daraus vor allem die Umamiverstärker IMP und GMP, während AMP noch auf relativ hohem Niveau bleibt.⁷¹ (Abb. 8)

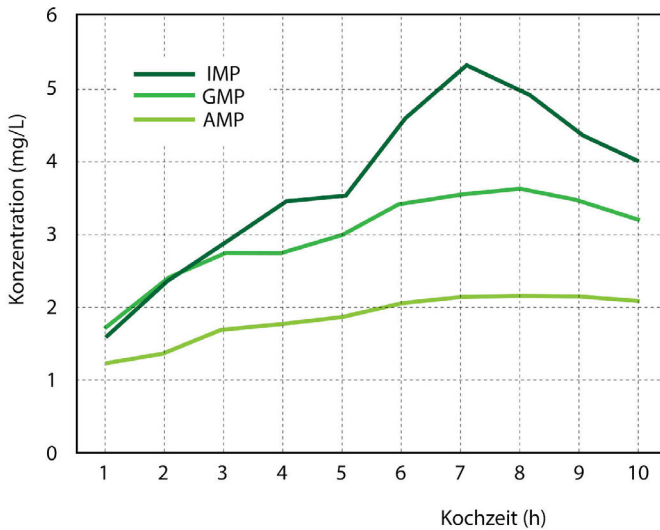


Abb. 8: Der Verlauf der Nucleotide AMP, GMP und IMP beim Kochen von Rinderknochen. Ein deutlicher Anstieg ist bei IMP und GMP bis etwa 7 h Kochzeit zu erkennen. AMP bleibt auch während der Zeit auf relativ hohem Niveau. Diese hohen Werte sind für eine deutliche Unterstützung des Umamigeschmacks verantwortlich (für die Daten vgl. Anm 71).

Obgleich die zitierte Untersuchung an Rinderknochen durchgeführt wurde, lassen sich ähnliche Verläufe für Geflügelknochen prognostizieren, sofern diese vor dem Kochen gebrochen wurden.

Gleichzeitig wird auch Protein aus dem Fleisch, das sich an der Karkasse befindet, unter dem Einfluss thermischer Energie nach und nach gespalten. Wiederum bilden sich Bitter- und Umami-peptide sowie freie Aminosäuren. Glutamin- und Asparaginsäure legen zusammen mit dem AMP, IMP und GMP die Basis für den tiefen Umamigeschmack. Gepaart mit γ -Glutamylpeptiden, die für eine große Mundfülle sorgen, ist damit die Geflügelbrühe eine perfekte Grundlage für eine tiefgän-

71 Meng, Q., Zhou, J., Gao, D., Xu, E., Guo, M., & Liu, D. (2022). Desorption of nutrients and flavor compounds formation during the cooking of bone soup. *Food Control*, 132, 108408.

gige Sauce für die Kalbsbriespastetchen à la Rumohr. Auch durch ihre Aromatiefe besticht die Geflügelbrühe. Dabei stehen (*E,E*)-2,4-Decadienal, das nach leicht gerösteter, fettiger Hühnerhaut riecht, das röstartige, leicht verbrannt riechende Methylpyrrazin und der fleischig, röstnussartig, schwefelig riechende, heterocyclische 2-Ethyl-4-Methylthiazol im Vordergrund.⁷²

Bei der Zubereitung von Saucen werden Brühen und Fonds gern reduziert. Meist geschieht dies durch leichtes Köcheln, wobei Wasser, allerdings auch leicht flüchtige Aromen verdampfen. Daher sind Kompromisse notwendig, und viele Profiköche schwören auf das Verdampfen ohne zu kochen. Die Geflügelbrühe wird daher bei sehr niedriger Hitze, ohne Köcheln für längere Zeit reduziert. Da die meisten Atomverbindungen ein höheres Molekulargewicht haben, ist dies ein gangbarer Weg. In diesem Falle wird die Geflügelbrühe mit Noilly Prat und einem Teil des Champagners reduziert. In beiden befindet sich Alkohol, ein gutes Lösungsmittel für Aromastoffe, sie werden besser festgehalten. Allerdings sollte auch hier die Temperatur nicht zu hoch sein, denn Ethanol ist ebenfalls flüchtig. Um den Umamigeschmack und den Kokumi-Eindruck muss man sich keine Sorgen machen, alle dafür verantwortlichen molekularen Komponenten sind elektrisch geladen, damit stark wasserlöslich und somit nicht flüchtig. Umami und kokumi lassen sich somit ohne Verluste durch reduzieren verdichten.

Aus diesem Grund werden nach den ersten Schritten – sirupartig reduzieren, dabei mit Lauch aromatisieren, pfeffern, salzen und passieren – die finalen Würzungen erst dann vorgenommen. Zunächst wird die Reduktion mit Butter montiert, erst dann kommt der Trüffel-Madeira-Sud dazu sowie der restliche Champagner. Das Butterfett fängt die Aromen sofort ein und emulgiert sie in die Sauce ein. Geschmack und Aromen sind damit unterschiedlich und diskontinuierlich in der Sauce verteilt: ein Großteil der Aromen befindet sich in den Fetttröpfchen, alle Geschmackssubstanzen in der Wasserphase.⁷³ Gleichzeitig sorgen die vielen emulgierten Fetttröpfchen für eine hohe Viskosität und Sämigkeit. Ein einfaches Modell zur Visualisierung dieser Verhältnisse ist in Abb. 9 dargestellt.

72 Takakura, Y., Mizushima, M., Hayashi, K., Masuzawa, T., & Nishimura, T. (2014). Characterization of the key aroma compounds in chicken soup stock using aroma extract dilution analysis. *Food Science and Technology Research*, 20(1), 109–113.

73 Vilgis, T. A., Lendner, I., & Caviezel, R. (2015). Emulsionen – Fett-Wasser-Gemische: cremig und nahrhaft. *Ernährung bei Pflegebedürftigkeit und Demenz: Lebensfreude durch Genuss*, 229–238.

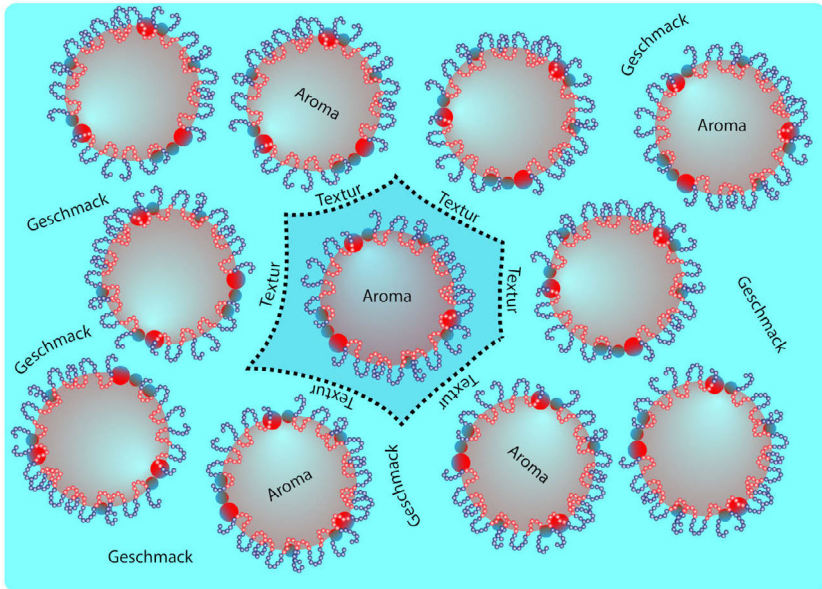


Abb. 9: Einfaches physikalisches Modell der Sauce

Die wässrige Phase, bestehend aus der Reduktion der Geflügelbrühe, Madeira, Trüffelsud, Champagner und Molke der Crème double (hellblau dargestellt) löst alle Geschmackskomponenten der vorhandenen fünf Grundgeschmacksrichtungen. Die Fetttröpfchen, bestehend aus dem MilCHFett der Crème double und der Butter, sind in der wässrigen Phase emulgiert. Die Emulgatoren, grenzflächenaktive Moleküle und Nanopartikel, bestehen in diesem Fall aus Molkenproteinen, Lecithin und Caseinen aus der Crème double sowie längeren Peptiden und Nanopartikeln aus der Brühe. Sie umgeben die Oberflächen der Fetttröpfchen und halten somit die Emulsion stabil. Die individuellen Tröpfchen können nicht koagulieren. Geruchsstoffe und damit das Aroma der Sauce diffundieren beim Kochen und montieren mit Butter vorwiegend in die Fetttröpfchen und bleiben dort gelöst. Die Textur wird zum einen von der Viskosität der wässrigen Komponente bestimmt, zum anderen über die Anzahl der Fetttröpfchen. Je mehr Fetttröpfchen eingetragen werden und je kleiner sie werden, desto näher kommen sie sich. Es bildet sich ein ›Käfig‹ um jedes Tröpfchen, unterlegt mit gestricheltem Rand dargestellt, aus dem sie nur schwer entkommen können.⁷⁴ Dieser Beitrag und damit die mittlere Größe des Käfigs, bezogen auf den mittleren Durchmesser der Fetttröpfchen, definiert die Sämigkeit der

74 Vilgis, T. A. (2015). Soft matter food physics—the physics of food and cooking. *Reports on Progress in Physics*, 78(12), 124602.

Sauce. Bei Mayonnaise kommen sich die Tröpfchen sehr nahe, der Käfig wird sehr eng, folglich fließen Mayonnaisen nicht mehr von selbst, sondern nur unter stärkerer Deformation (Scherung).⁷⁵

Es ist diese komplexe physikalische Struktur, die den kulinarischen Reiz der Sauce verursacht. Dabei löst die wässrige Phase alle Geschmackskomponenten, die für die fünf Grundgeschmacksrichtungen verantwortlich sind, und in Witzigmanns Interpretation auch allesamt bespielt werden. Die meisten Aromen bleiben allerdings in den Fetttropfchen gelöst. Demzufolge bleiben sie dort gefangen und werden erst im Mund, beim oralen Prozessieren frei. Wird ein Löffel Sauce in den Mund genommen und zwischen Zunge und Gaumen bewegt, wird die Emulsion bewegt und ›geschert‹. Sie widersetzt sich der Bewegung, auf der Zunge macht sich ein Widerstand bemerkbar. Gleichzeitig wird aber der komplexe Geschmack der wässrigen Phase sofort über die Papillen der Zunge wahrgenommen.

Simultan interagieren die Tröpfchen mit den Speichelproteinen auf der Zunge. Die Emulgatoren werden aus dem Tröpfchen gerissen, Öl ergießt sich auf der wässrigen Umgebung der Zunge, wird aber bei weiteren Bewegungen zwischen Zunge und Gaumen umsortiert und neu emulgiert.⁷⁶ Im Rahmen dieses Prozesses erfolgt eine Freisetzung eines beträchtlichen Teils der Geruchsstoffe, welche anschließend retronasal zum Riechkolben weitergeleitet werden.⁷⁷ Es sind daher diese gestaffelten Perzeptionen, die perfekt emulgierte Saucen vorgeben: die sofortige Wahrnehmung des Geschmacks, die Veränderung der Textur unter oralem Prozessieren und die nachfolgende und nachhaltige Freigabe der flüchtigen Geruchsstoffe.

Komplexität und Genuss

Der Genuss dieses Gerichts lässt sich genauer betrachten. Der Geschmack, inklusive der Mundfülle lässt sich stark vereinfacht in einem Spinnendiagramm veranschaulichen, wie in Abb. 10 gezeigt.

75 Vilgis, T. A. (2021). Texture: The physics of mouthfeel—spreadable food and inulin particle gels. *Handbook of molecular gastronomy* (pp. 581–584). CRC Press.

76 Vilgis, T. A. (2024). Food oral processing as a multiscale soft matter physics problem. *Nature Reviews Physics*, 6(4), 212–214.

77 Bojanowski, V., & Hummel, T. (2012). Retronasal perception of odors. *Physiology & behavior*, 107(4), 484–487.

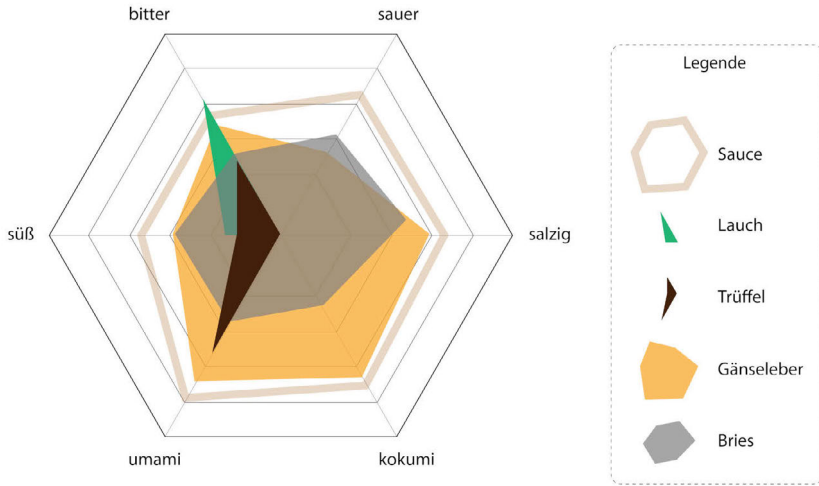


Abb. 10: Veranschaulichung der Geschmacksbeiträge der wichtigsten Zutaten Sauce, Lauch, Trüffel, Gänseleber und Bries. Dieses Diagramm ist lediglich eine symbolische Darstellung und wurde nicht, z.B. über ein Sensorikpanel, systematisch ermittelt. Daher sind die Achsen nur relative und symbolische Werte.

Die molekularen Daten zur Zusammensetzung offenbaren ein eindeutiges Bild. Die Gänseleber vermittelt einen relativ runden, ausgewogenen Geschmack. Der Stoffwechsel und die freien Aminosäuren zeigen eine ausgewogene Verteilung der Geschmacksrichtungen süß, bitter und umami. Dabei werden bitter und umami, wie zuvor beschrieben, durch entsprechende Peptide unterstützt. Die Mundfülle, kokumi, die zwar auch auf der Zunge wahrgenommen wird, allerdings nicht über Geschmackspapillen, sondern über Calcium-sensitive-Rezeptoren (CaSR),⁷⁸ ist ebenfalls die Folge des Stoffwechsels der Fettleber. Neben entsprechenden Glutamylopeptiden können aber auch oxidierte Fettsäuren eine Rolle spielen.⁷⁹ Die Geschmacksbeiträge für sauer sind über den natürlichen Wert des Organs nach der Schlachtung und über die externe Zutat Cognac gegeben. Gleiches gilt für Salz, das

- 78 Maruyama, Y., Yasuda, R., Kuroda, M., & Eto, Y. (2012). Kokumi substances, enhancers of basic tastes, induce responses in calcium-sensing receptor expressing taste cells. *PLoS One*, 7(4), e34489; Kim, J., Deb-Choudhury, S., Subbaraj, A., Realini, C. E., & Ahmad, R. (2024). Comparative analysis of kokumi tastant intensity from mechanically deboned meat across three species through in vitro calcium-sensing receptor activity. *International Journal of Food Science & Technology*.
- 79 Degenhardt, A. G., & Hofmann, T. (2010). Bitter-tasting and kokumi-enhancing molecules in thermally processed avocado (*Persea americana* Mill.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(24), 12906–12915.

extern zugeführt wird. Bries ist im Vergleich zur Gänseleber deutlich zurückhaltender. Umami und kokumi sind schwächer ausgeprägt. Die höhere Säure beim Bries wird über den während der Zubereitung zugefügten Zitronensaft erzeugt. Lauch hingegen fügt vorwiegend eine leichte Bitterspitze zu.⁸⁰ Trüffel wiederum liefert eine Bitterkomponente, dominiert aber durch seinen Umamigeschmack über GMP.⁸¹ Die Zutaten und Zubereitung der Sauce zeigen deren starke Seiten. Die Sauce umfasst das Gericht nicht nur optisch, sondern auch geschmacklich. Süßrahmbutter und Crème double tragen mit hohen Lactosekonzentrationen zu einer deutlichen Süße bei, die Geflügelbrühe ist der hauptsächliche Umamilieferant. Champagner und Madeira steuern Säure und Bitternoten bei. Für jede Teilportion, die mit Löffel oder Gabel beim Genuss aufgenommen wird, ist zum einen genügend Variation im Geschmack gewährleistet, ohne jedoch die Ausgewogenheit des Gerichts zu verlassen.

Die Form des Anrichtens spielt ebenfalls eine wesentliche Rolle in Bezug auf den Genuss, wie in Abbildung 11 dargestellt, welche einen stark vereinfachten Stil aufweist.

80 Vilgis, T. A., & Vierich, T. A. (2021). *Aroma Gemüse: Der Weg zum perfekten Geschmack*. Stiftung Warentest. Berlin.

81 Sun, L., et al. (2020). Advances in umami taste and aroma of edible mushrooms. *Trends in Food Science & Technology* 96, 176–187.

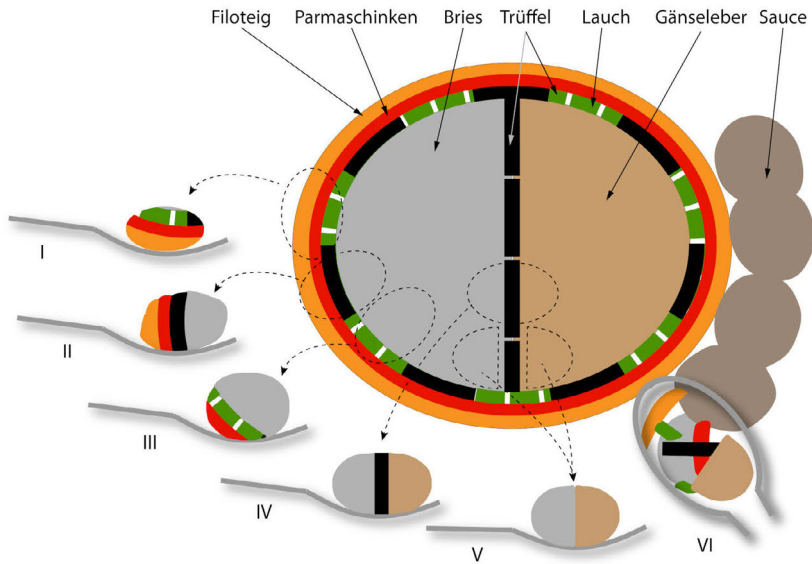


Abb. 11: Das Gericht und mögliche Löffelprojektionen, die sich beim Genuss ergeben.

Durch die Präsentation als Strudel sind viele Kombinationen, die beim Aufnehmen möglich sind, bereits vorgegeben. So sind Filoteig, Parmaschinken, Lauch und Trüffel kaum zu umgehen, wie in Abb. 11 in den Projektionen I, II, III und im Gesamtakkord VI dargestellt. Andere Kombinationen, wie IV und V, müssen gezielt herausgegriffen werden. Dennoch wirkt jede Kombination auf der Zunge geschmacklich austariert. Da sich der Schinken zwischen Teig, Lauch und Trüffeln befindet, ist seine Wirkung dezent und entfaltet sich erst beim weiteren oralen Prozessieren. Vor allem die unterschiedlichen Aromen werden, auch wegen den unterschiedlichen Texturen, gestaffelt freigegeben.

Das Aromaspiel des Kalbsbries Rumohr ist in Abb. 12 der Vollständigkeit halber zusammengefasst. Das Schema wurde bereits vor einiger Zeit entwickelt und diente zur Visualisierung von Harmonie und Kontrasten beim systematischen Flavourpairing.⁸²

82 Vilgis, T. A., & Vierich, T. A. (2021). *Aroma Gemüse: Der Weg zum perfekten Geschmack*. Stiftung Warentest. Berlin, sowie Caviezel, R. & Vilgis, T. A. (2017), *Beerpairing*, Fona, Lenzburg (CH).

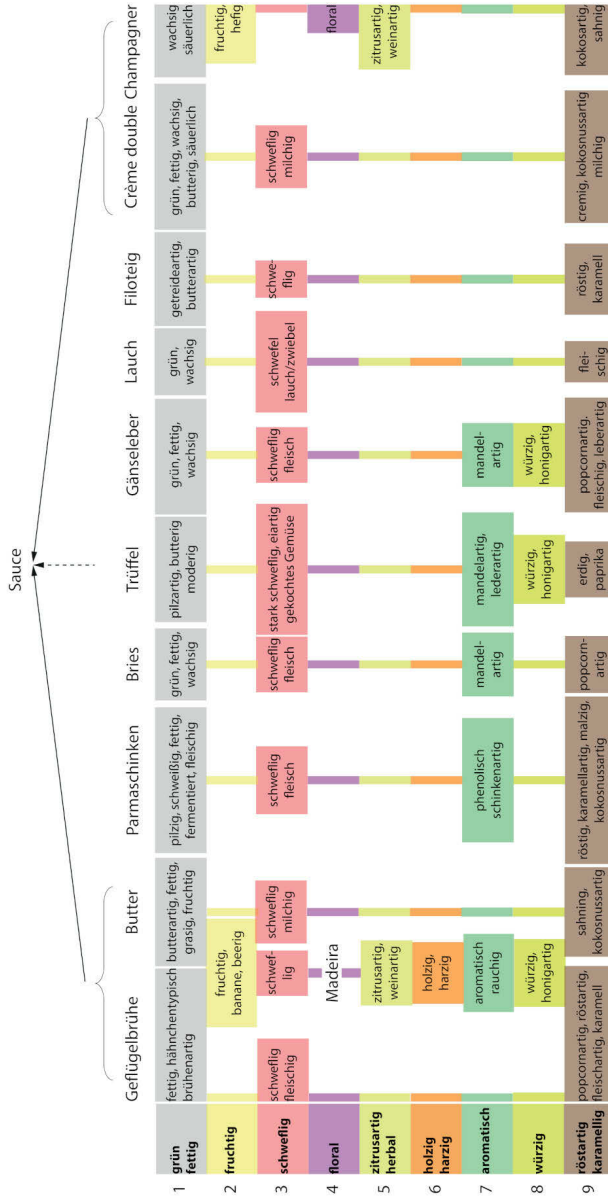


Abb. 12: Die Aromagruppen der Hauptkomponenten des Kalbsbries Rumohr. Ganz links stehen die Bezeichnungen der jeweiligen Aromagruppe. Minoritätszugaben, wie Pfeffer, Zitronensaft usw., wurden der Übersicht halber nicht eingetragen. Die jeweils äußeren Flanken sind die Bestandteile der Sauce. Die Komponenten Cognac und Noilly Prat wurden der Einfachheit halber dem Madeira und Champagner zugeschlagen, da sie ähnliche Aromaprofile aufweisen.

Grundlage dafür ist der Zusammenhang von Molekülstruktur, Herkunft der Aromen und Geruchsfamilien, die ganz links zur Referenz angemerkt sind und neun Aromagruppen definieren. Die oberste Gruppe mit den Basisgerüchen ›grün/fet-tig‹ besteht vorwiegend aus Fettabbauprodukten und ist in jedem Lebensmittel vorhanden. Die Gruppe ›fruchtig‹ umfasst alle Fruchtester, wie sie in Früchten vorhanden sind, aber auch von Hefen produziert werden, also auch in jungen Weinen, Bieren und anderen hefefermentierten Produkten zu finden sind, somit auch in bestimmten Käsesorten. Die dritte Gruppe fasst lineare, leicht flüchtige Schwefelaromen zusammen, die ›florale‹ Gruppe wird vorwiegend durch acyclische Terpene definiert, und umfasst damit typische Blütendüfte, die auch in Hopfen zu finden sind. Die fünfte Gruppe betrifft herbale, zitrussschalenartige, balsamische und pinienartige Gerüche. Sie ist durch mono- und bicyclische Terpene definiert, die typisch für Kräuter, Gewürze, Piniennadeln, Pinienkerne usw. sind. Die sechste Gruppe fasst schwere holzige und harzige Gerüche zusammen, sie kommen zum Beispiel in Rinden, Wurzeln und Pinienzapfen vor. Die Aromaten basieren auf dem Benzolring, sie liefern süßliche Gerüche, wie sie zum Beispiel aus Vanille, Mandeln, aber auch durch Rauch, Thymian und Anis verströmt werden. Die achte Gruppe basiert ebenfalls auf Benzolringen, hat aber größere Seitengruppen und ein höheres Molekulargewicht. Sie fassen sehr würzige Gerüche, wie sie zum Beispiel in Gewürznelken, Muskatnüssen, Tonkabohnen, Zimt, aber auch in Petersilie, Estragon und Honig dominant vorkommen. Die letzte Gruppe umfasst alle Röst- und Karamellaromen, sie bestehen aus heterocyclischen Molekülen, und entstehen meist bei küchenrelevanten Prozessen, wie Kochen, Braten, Backen und Fermentieren, aber auch bei manchen Wurzelgemüsen über den Pflanzenmetabolismus, etwa das curry-karamellartig riechende Sotolon beim Wurzelsellerie, aber auch die sahnigen, kokosartigen Geruchsstoffe der Milchprodukte oder mancher Früchte (Lactone) über deren Fettoxidation.⁸³ Mit diesem einfachen, heuristischen Schema lassen sich die meisten der lebensmittelrelevanten Geruchsstoffe gemäß den Ergebnissen von Dunkel et al. und die Zuordnungen der Geruchsstoffe erfassen.⁸⁴

Mit dem Aromaschema des Kalbsbries Rumohr à la Witzigmann lassen sich mehrere Sachverhalte erkennen. Zum einen bestätigt sich eine durchgängige Harmonie in der Gruppe 1. Dies ist trivial, da alle Lebensmittel geruchsaktive Aromen dieser Gruppe aufweisen. Eine ebenfalls durchgängige Harmonie ergibt sich bei Gruppe 9. Auch dies ist nicht verwunderlich, denn die meisten Komponenten sind

83 Für eine ausführliche Diskussion vgl. Vilgis, T. A., & Vierich, T. A. (2021). *Aroma Gemüse: Der Weg zum perfekten Geschmack*. Stiftung Warentest. Berlin.

84 Dunkel, A., Steinhaus, M., Kotthoff, M., Nowak, B., Krautwurst, D., Schieberle, P., & Hofmann, T. (2014). Nature's chemical signatures in human olfaction: a foodborne perspective for future biotechnology. *Angewandte Chemie International Edition*, 53(28), 7124–7143.

prozessiert und weisen Geruchsstoffe in dieser Gruppe auf. Die signifikante Schwefeldominanz ist nicht allein auf das Kochen und Erhitzen zurückzuführen, sondern auch auf die Zutaten Trüffel und Lauch. Lediglich der Champagner zeigt keine Schwefelaromen. Stattdessen bedient er, zusammen mit dem Madeira, mit leichten Fruchtnoten und mit gemeinsamen zitrusartigen, weinartigen Noten, die von Champagner und Madeira beige-steuert werden, die olfaktorische Wahrnehmung.

Des Weiteren wird die zentrale Rolle des Madeira deutlich. Tatsächlich ist der oxidierte Wein der einzige Lieferant der Gruppe 6. Er spielt damit seine erwünschten Kontraste aus, denn das Gericht ist arm an typischen Kräuternoten. Gleichzeitig steuert Madeira Würznoten der Gruppe 8 bei, die sonst ebenfalls unterrepräsentiert scheint. Von Bedeutung ist auch sein deutlicher Beitrag in Gruppe 7, den Aromaten, zu erkennen: über die Fasslagerung und oxidativen Prozesse während des Ausbaus werden deutliche Rauchnoten eingetragen, die die phenolischen Gerüche des Parmaschinkens und die unterschwellig mandelartig süßlichen Noten von Bries, Trüffel und Foie gras deutlich unterstützen. Folglich kommt dem Madeira in diesem Gericht eine herausragende Bedeutung zu. Sein Fehlen würde den Genuss beeinträchtigen.

Das Schema erlaubt darüber hinaus, die Projektionen der beispielhaften Löffel aus Abb. 11 aromatisch zu analysieren. Dabei zeigt sich, wie sich die Aromenspiele der einzelnen Löffel verändern. Löffel I bis V haben keine Sauce aufgenommen. Dort fehlt also der wichtige Aromaeintrag des Madeiras, ebenso der hohe Eintrag an Umamigeschmack, der über die Kombination der Hühnerbrühe und des Trüffelsuds bereitgestellt wird. Löffel I bis III bringen zwar ausreichend Umamigeschmack über den Parmaschinken und eventuelle Trüffelanteile aus dem Mantel mit, aber es fehlen weitgehend die Aromagruppen 3, 4 und 5 im Flavour. Lediglich Löffel VI, der alle Komponenten enthält, spiegelt daher den vollen Flavour des Tellers wider.

Das Fehlen mancher Geschmackskomponenten und Aromen bei gewissen Löffelprojektionen ist sensorisch kein Problem, denn der ständige Wechsel der Reize auf der Zunge und im Riechkolben bringt erst die Spannung und zeigt die Varietät des Tellers. Das Gehirn addiert die Informationen auf, gleicht es mit der optischen Information, die über das Anrichten vorhanden ist, ab und nimmt gespeicherte Informationen aus dem kulinarischen Gedächtnis und der jeweiligen Essbiographie und baut diese zu neuen Eindrücken zusammen.⁸⁵

Auch die Reihenfolge des Probierens und des Abessens des Tellers ist nicht kommutativ. Grund dafür ist das ›oral coating‹ auf Zunge und Gaumen.⁸⁶ Wird zum Bei-

85 Shepherd, G. M. (2011). *Neurogastronomy: how the brain creates flavor and why it matters*. Columbia University Press; Tokat, P., & Yilmaz, I. (2023). Neurogastronomy: Factors Affecting the Taste Perception of Food. *International Journal of Gastronomy Research*, 2(1), 1–10.

86 Vilgis, T. A. (2021). Texture: The physics of mouthfeel—spreadable food and inulin particle gels. In *Handbook of molecular gastronomy* (pp. 581–584). CRC Press; Vilgis, T. A. (2022). Genuss

spiel Löffel V aus Abb. 11 gegessen, ist der Fettanteil über die Stopfleber relativ hoch. Das Fett wird auf der Zunge neu mit Hilfe der Speichelpoteine und der vorhandenen Proteine aus Leber und Bries umemulgiert, ähnlich wie dies beim Schokoladengenuss bekannt ist.⁸⁷ Dieser (diskontinuierliche) Fett-Wasserfilm verbleibt länger auf der Zunge als die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Löffeln. Das bedeutet aber, dass die Zunge noch mit Geschmacksstoffen belegt ist und gleichzeitig noch aus dem Fett Aromen in den Mundraum abgegeben werden. Diese vermischen sich nun mit dem folgenden, anders zusammengesetzten Löffel. Folglich verändert sich die jeweilige Zusammensetzung der Geschmackssubstanzen auf der Zunge sowie die des Gemisches der Geruchsstoffe, das den Riechkolben erreicht. Genau dies beeinflusst die individuelle Wahrnehmung spürbar.

Abwandlungen des Gerichts aus molekularer Sicht

Die hier vorgestellte Art der kulinarischen Analyse erlaubt auch eine systematische Untersuchung potenzieller Variationen des Gerichts, sofern die Basiselemente Bries und Foie gras und die grundlegende Zubereitung beibehalten werden. Dies lässt sich anhand der Geschmacksprofile sowie des jeweiligen Aromaprofils leicht nachvollziehen. Als mögliche Alternativen können beispielsweise Ahle Wurst, salamiartige Trockenwürste oder Saucissons secs anstelle von Parmaschinken genannt werden. Diese Abwandlungen nutzen ebenfalls die Aromagruppen, die auch beim Parmaschinken während der Reifung entwickelt werden. Sogar reifer Handkäse bespielt diese Aromagruppen in ähnlicher Weise. Die grundlegende Idee bleibt erhalten, wenngleich sich Details ändern und neue Ideen entstehen. Die Zugabe von Rauchelementen des Madeiras in Kombination mit Räucheraal stellt eine weitere Möglichkeit dar, das Gericht zu verfeinern. Diese Variante ist eine Weiterentwicklung der mittlerweile etablierten Kombination von Foie gras und Räucheraal, die erstmals von Martin Berasategui präsentiert wurde. Um die fehlenden Aromagruppen zu ergänzen, können Kräuter und getrocknete Jasminblüten verwendet werden. Die hier dargelegten Betrachtungen, die auf chemischen und physikalischen Grundlagen basieren, können somit dazu dienen, klassische Gerichte neu zu interpretieren, zeitgemäßer zu gestalten oder auch gesellschaftlichen Veränderungen anzupassen, ohne dabei die ursprünglich zugrundeliegende Idee und Flavoursystematik zu verlassen.

und Ernährung. In *Biophysik der Ernährung: Eine Einführung für Studierende, Fachkräfte und Quereinsteiger* (pp. 419–483). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

87 Vilgis, T. A. (2021). Chocolate: Oral processing of chocolate—successive interplay of sensory and physicochemical parameters. In *Handbook of molecular gastronomy* (pp. 130–138). CRC Press.

Abschließende Bemerkungen

Der vorliegende Beitrag beleuchtet die Zusammenhänge zwischen den in Nanometerskalen liegenden Bereichen, die für Geschmack und Aroma verantwortlich sind, den mesoskopischen Längenskalen, die die Textur und die Freigabe der Aromen bestimmen, und den makroskopischen Abmessungen, mit denen in der Küche und am Tisch in Berührung gekommen wird. Die physikalisch-chemischen und sensorischen Beiträge greifen ineinander und entscheiden letztlich über den Genuss beim Essen.

Anhang

Kalbsbries Rumohr

Rezept von Eckart Witzigmann, »Ikarus« im Hangar-7, Salzburg (für 4 Personen)
(in: falstaff 08/2011, S. 108)

Zutaten für das Kalbsbries

500 g Kalbsbries (Nuss)

Zitronensaft

Salz

weißer Pfeffer aus der Mühle

400 g Lauch, nur die hellgrünen Stücke, in feine Streifen geschnitten

100 g Crème double

1 Eigelb

4 Stk. schwarze Périgord-Trüffeln (frisch), je etwa 30 g

100 ml Madeira

4 Scheiben rohe Gänseleber, je ca. 50 g

50 g geklärte Butter

1 TL Cognac

8 Stk. Filoteigblätter, flüssige Butter zum Bestreichen

8 Scheiben Parmaschinken, dünn geschnitten

1 Eigelb zum Bestreichen

Zubereitung

- Das Kalbsbries in kaltem Wasser ca. 2 Std. wässern, bis es völlig weiß ist.
- Mit etwas Zitronensaft in kaltes Salzwasser geben, langsam aufwallen und neben dem Herd 10 min ziehen lassen.

- Unter kaltem Wasser abschrecken, von sämtlichen Teilen befreien und zwischen zwei Tellern, von einem Gewicht beschwert, über Nacht pressen.
- Am nächsten Tag das Bries in 50 g schwere Stücke teilen und mit Salz, weißem Pfeffer und Zitronensaft würzen.
- Den Lauch in kochendem Salzwasser kurz aufkochen, ca. 1 min in Eiswasser abschrecken und mit einem Tuch gut abtrocknen.
- Die Crème double dickflüssig einkochen und die ausgedrückten Lauchstreifen darin einmal stark aufkochen lassen. Neben dem Herd mit dem Eigelb binden, abschmecken und abkühlen lassen.
- Die Trüffeln unter fließendem Wasser abbürsten, trocken tupfen und in 1 cm dicke Scheiben schneiden. In einer Sauteuse mit dem Madeira begießen, ca. 3 min dünsten und abkühlen lassen. Abgießen und den Sud für die Sauce beiseitestellen.
- Die Gänseleberscheiben, möglichst in die gleiche Form wie das Bries geschnitten, in ganz wenig geklärter Butter rasch auf beiden Seiten anbraten, aus der Pfanne nehmen, mit Cognac beträufeln und leicht würzen.
- Je 2 Filoteigblätter mit Butter bestreichen, auf einem Tuch übereinanderlegen, in 20 cm große Quadrate schneiden und in Randnähe mit je zwei Scheiben Parmaschinken belegen.
- Bries, Trüffelscheiben und Gänseleber daraufschieben und den Lauch drumherum verteilen. Den Schinken darüberklappen und den Teig mithilfe des Tuches zweimal um die Füllung rollen (wie einen Strudel). Überflüssigen Teig abschneiden, die Enden mit verquirltem Eigelb bepinseln.
- Die Briespakete auf einem eingefetteten Blech im 220 Grad heißen Backofen 35 min backen.

Zutaten für die Champagnersauce

ca. 80 g Lauch, hellgrün, in feine Streifen geschnitten

100 ml kräftige Geflügelbrühe

100 ml Noilly Prat

100 ml Champagner brut

12 grüne Pfefferkörner, angedrückt

1 Schalotte, fein gewürfelt

200 g Crème double

1 TL Butter zum Sautieren

weißer Pfeffer aus der Mühle

Cayennepfeffer, eine Messerspitze

1 Spritzer Zitronensaft

80 g kalte Butter in kleinen Stücken

Trüffelsud

Zubereitung

- Für die Sauce den Lauch blanchieren, abschrecken und abtrocknen.
- Die Geflügelbrühe mit Noilly Prat, der Hälfte des Champagners, grünen Pfefferkörnern und Schalotte reduzieren, bis die Flüssigkeit dickflüssig geworden ist. Die Crème double zufügen und alles sämig einkochen lassen.
- Inzwischen die Lauchstreifen kurz in Butter sautieren, salzen und pfeffern.
- Die Sauce durch ein Haarsieb passieren und wieder aufkochen, den übrigen Champagner zufügen und die Sauce mit den kalten Butterstücken montieren. Mit dem Trüffelsud, einem Spritzer Zitronensaft und Cayennepfeffer pikant abschmecken.

Anrichten

Den Lauch und die Sauce auf vorgewärmte Teller geben, die Briespakete halbieren und daraufsetzen.

Bildnachweise

Abb. 1: Helge Kirchberger Photography/Red Bull Hangar-7

Abb. 2: Thomas A. Vilgis, Proteine: uniprot.org/swissmodel.com

Abb. 3: Thomas A. Vilgis, Proteinstrukturen: swissmodel.com

Abb. 4–12: Thomas A. Vilgis