

Aaron Kottländer, Jorick Wehmeier, Johanna Kirchhof & Sabine Struckmeier

Forschendes Lernen in der beruflichen Bildung – Ideen für den Fachtheorieunterricht im Berufsfeld Ernährung

Angehende Lehrkräfte werden während ihres Studiums mit dem Prinzip des Forschenden Lernens konfrontiert. Forschungsprozesse können aber auch im Fachtheorieunterricht der beruflichen Bildung eine Bereicherung sein, da die Arbeitsphasen des Forschenden Lernens mit den Arbeitsphasen der vollständigen Handlung, welche die Entwicklung der Handlungskompetenz der Auszubildenden im Fokus hat, korrelieren.

Schlüsselwörter: Forschendes Lernen, vollständige Handlung, Handlungskompetenz

Research-based learning in vocational education and training—ideas for subject theory teaching in the vocational field of nutrition

Prospective teachers are confronted with the principle of research-based learning during their studies. However, research processes can also be an enrichment in vocational education since the work phases of the research-based learning correlate with the work phases of the complete action, which focuses on the development of the learner's ability to act.

Keywords: research-based learning, model of complete action, activity-based learning, action competence

1 Einleitung

Im Rahmen des Studiengangs Lehramt an berufsbildenden Schulen in der Fachrichtung Lebensmittelwissenschaft an der Leibniz Universität Hannover wird das Forschende Lernen insbesondere in den fachdidaktischen Lehrveranstaltungen thematisiert. Dabei entwickeln und erproben die Studierenden gemeinsam in einem ersten Schritt anhand ernährungswissenschaftlicher Fragestellungen Unterrichtsszenarien, die handlungsorientiertes und Forschendes Lernen miteinander verknüpfen. Daran anschließend werden die entwickelten Lernsituationen in der schulischen Praxis erprobt. An zwei ausgewählten Beispielen wird das seit einigen Jahren in der Lehre genutzte Konzept vorgestellt.

2 Verknüpfung des handlungsorientierten Lernens mit dem Forschenden Lernen

Während des Studiums werden Studierende häufig mit dem Forschenden Lernen konfrontiert, da es eine wichtige Grundlage und Vorbereitung für eine spätere wissenschaftsbasierte Tätigkeit ist. Sie lernen dabei die Denk- und Arbeitsweisen der Wissenschaft kennen, können diese kriteriengeleitet reflektieren und auf andere Anwendungszusammenhänge übertragen (Schlicht, 2013, S. 165). Forschendes Lernen ist durch die aktive und selbständige Bearbeitung einer Fragestellung in einem Forschungsprozess von der Hypothesenbildung bis hin zur Evaluation der meist aus Experimenten gewonnenen Ergebnisse sowie der Reflexion des Forschungsprozesses gekennzeichnet. Die Lehrenden beraten und unterstützen den Forschungsprozess (Sonntag et al., 2016, S. 15). Ziel des Forschenden Lernens ist es, Studierende zum eigenständigen Ergründen und Hinterfragen von Inhalten zu bewegen und ihnen die Fähigkeiten zu vermitteln, neue Inhalte zu erschließen, zu erforschen und zu erfassen (Huber, 2009, S. 13f.). Auch in der Fachrichtung Lebensmittelwissenschaft wird das Forschende Lernen in den fachdidaktischen Lehrveranstaltungen thematisiert und durch die Studierenden erprobt.

In der beruflichen Bildung wird ein großes Augenmerk auf die Entwicklung der Handlungskompetenz der Auszubildenden gelegt, wobei u. a. handlungsorientiert nach dem Modell der vollständigen Handlung unterrichtet wird. Handlungsorientierung wird durch einen ganzheitlichen und schüleraktiven Unterricht gewährleistet, in dem zwischen dem/der Lehrenden und den Auszubildenden vereinbarte Handlungsprodukte maßgeblich die Organisation des Unterrichtsprozesses mitbestimmen, so dass Kopf- und Handarbeit der Auszubildenden in ein ausgewogenes Verhältnis zueinander gebracht werden (Meyer, 2009, S. 214). Hier bietet sich die Planung des Unterrichts nach dem Modell der vollständigen Handlung mit den Phasen Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren und Beurteilen an (Spalke, 2013, S. 115ff.). Diese Phasen sollen das Vorgehen in der beruflichen Praxis nachstellen und als Kreislauf eine stetige Reflexion erlauben. So sollen Auszubildende im Unterricht erlernen, Probleme zu erkennen bzw. Fragestellungen zu entwickeln, Sachverhalte zu erarbeiten und zu überprüfen. Sie sollen diese verstehen und sie auf entsprechende Gegebenheiten anwenden, also ihre Fachkompetenz ausbauen. Durch das gemeinsame Planen und Erarbeiten der Unterrichtsinhalte wird die Handlungskompetenz (Fachkompetenz, Sozialkompetenz, Personalkompetenz und darauf aufbauend auch die Methoden- und Lernkompetenz) der Auszubildenden gefördert (KMK, 1997, S. 4f.). Das komplexe Fachwissen des Berufs wird über eine Lernsituation in Einzel-, Partner- und Teamarbeit mit lernerzentrierten Methoden durch das Modell der vollständigen Handlung in einen beruflichen Anwendungsbezug gestellt.

Rahmenlehrpläne enthalten keine methodischen Vorgaben für den Unterricht, sondern beschreiben die Entwicklung der Handlungskompetenz als primäres Ziel des Unterrichts. Die Wahl der Methodik liegt allein in der Hand der Lehrkraft, wobei

Ganzheitlichkeit, Schüleraktivierung und Ausgewogenheit zwischen Kopf- und Handarbeit im Vordergrund stehen. Wichtig bei der Methodenwahl ist, dass sich die Auszubildenden aktiv mit dem fachlichen Thema auseinandersetzen und weitestgehend alle Dimensionen der Handlungskompetenz angesprochen werden. Dieser Forderung kann durch eine Kombination der vollständigen Handlung mit dem Forschenden Lernen entsprochen werden, da die Arbeitsphasen des Forschenden Lernens und die Phasen der vollständigen Handlung miteinander korrelieren (siehe Abbildung 1).

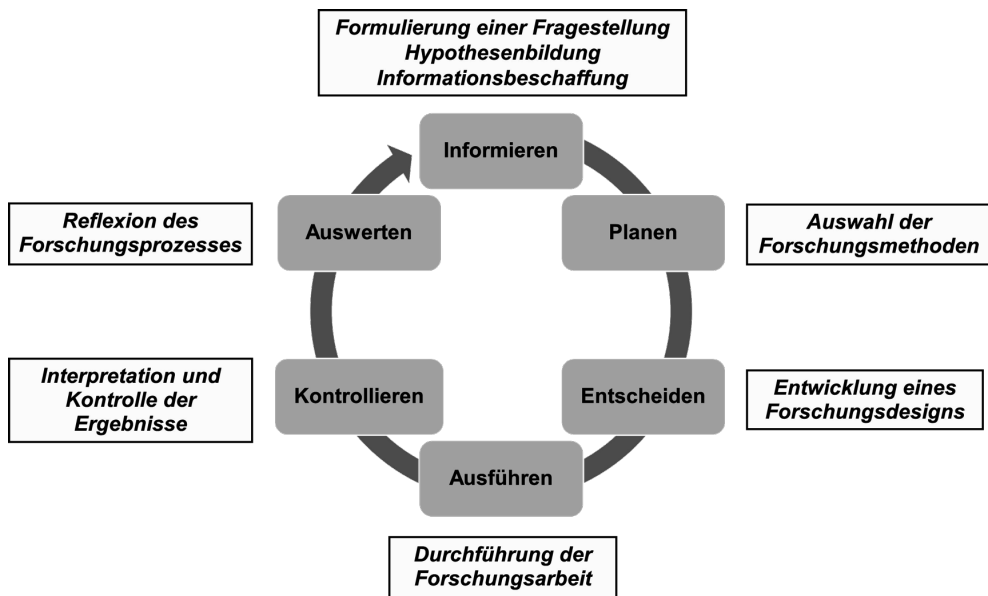


Abb. 1: Phasen der vollständigen Handlung und des Forschenden Lernens (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Spalke, 2013, S. 116, Sonntag et al., 2016, S. 14)

Forschungsprozesse, wie auch die Phasen der vollständigen Handlung, lassen sich außerdem sehr gut mit der Methodik des Experimentierens verknüpfen. Auszubildende können hierbei eigenständig Versuche hinsichtlich einer Fragestellung planen, durchführen, protokollieren und auswerten (Bordewick-Dell et al., 2018, S. 40). Gehören Versuche in den allgemeinbildenden Schulformen insbesondere in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern zum methodischen Standardrepertoire, kommen sie in der Regel in der beruflichen Bildung nur wenig zum Einsatz. Aber auch hier können sie als thematischer Einstieg zur Motivation, zur Erarbeitung und Überprüfung von Gesetzmäßigkeiten und Theorien oder zur Sicherung des Erarbeiteten genutzt werden (Barke & Harsch, 2001, S. 104).

Die Einbindung eines experimentell ausgelegten „Forschungsprozesses“ in eine vollständige Handlung kann eine Bereicherung des Unterrichts sein und zur Förderung der Handlungskompetenz beitragen, da das Thema nicht nur theoretisch, son-

dern auch praktisch erarbeitet wird. Dadurch wird das Lernen mit Kopf, Herz und Hand möglich. Die Auszubildenden erhalten durch Forschendes Lernen die Möglichkeit, Problemstellungen zu erkennen, eigenständig zu lösen und reflektiert auf neue Sachverhalte zu übertragen. Eine Fähigkeit, die für die spätere berufliche Tätigkeit unabdingbar ist. Sie werden mit einer Lernsituation, aus der sich eine Fragestellung ergibt, konfrontiert. Durch Hypothesenbildung, Strukturierung des Forschungsdesigns und Validierung der Ergebnisse werden sie in die Gestaltung des Lernprozesses eingebunden und können theoretisch erarbeitete Inhalte in der praktischen Anwendung vertiefen und besser verinnerlichen.

Die Verknüpfung von theoretischen Kenntnissen mit der selbständigen Erprobung von Rezepturen und Zubereitungsschritten verdeutlicht deren Relevanz. Lernende können Arbeitsprozesse verstehen und beherrschen (Peuker & Herkner, 2020, S. 15). Dabei dürfen Fehler gemacht werden, da diese in Verbindung mit Feedback das Potenzial für eine Verbesserung bergen. Ob Fehler förderlich für den Lernprozess sind, hängt jedoch vom Umgang mit ihnen ab (Weingardt, 2014, S. 30-31; Kreutzmann et al., 2014, S. 102f.). Im beruflichen Alltag stehen die Fehlererkennung, die Analyse von Fehlern und die Entwicklung von Problemlösestrategien im Vordergrund. Die Kombination aus theoretischen und experimentellen Arbeitsphasen beim Forschenden Lernen fördert Auszubildende bei der Entwicklung dieser Kompetenzen.

3 Umsetzungsbeispiele für das Forschende Lernen im Unterricht

Die im Folgenden vorgestellten Unterrichtsszenarien wurden von Studierenden in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen entwickelt. Im Anschluss daran wurden sie im Rahmen des Schulpraktikums in zwei Klassen erprobt. Die vorgestellten Beispiele lassen sich im Rahmenlehrplan für die Ausbildung zum Koch/zur Köchin verorten (KMK, 1997), sind aber durch eine hohe Alltagsrelevanz auch für andere Berufe und Schulformen einsetzbar. Hier sind insbesondere die Fachoberschule und das Berufliche Gymnasium zu nennen, die auf ein Studium vorbereiten.

3.1 Fachliche Einordnung des Lerngegenstandes „Fette“

Fette werden vom menschlichen Körper für den Aufbau von Zellwänden, als Lieferant essenzieller Fettsäuren oder für die Aufnahme der fettlöslichen Vitamine benötigt. Außerdem ist Fett ein natürlicher Geschmacksträger. Da aber Fette im Vergleich zu Kohlenhydraten und Proteinen mehr als doppelt so viel Energie liefern, kann eine zu fetthaltige Ernährung ohne entsprechenden Ausgleich schnell zu Übergewicht führen.

Aber Fett ist nicht gleich Fett. Bei der Betrachtung und Beurteilung der ernährungsphysiologischen Bedeutung von Fetten und Ölen stehen die Fettsäuren im Mit-

telpunkt. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (DGE, 2015, S. 2f.) empfiehlt, weniger gesättigte Fettsäuren und mehr mehrfach ungesättigte Fettsäuren zu konsumieren. Gesättigte Fettsäuren kommen in Butter oder Schmalz vor, den wichtigsten Fetten in der traditionellen deutschen Küche. Ungesättigte Fettsäuren sind vor allem in pflanzlichen Fetten und Ölen, wie bspw. Rapsöl, enthalten. Daher wird immer wieder empfohlen, tierische Fette bei der Speisenzubereitung durch pflanzliche Öle zu ersetzen. Auch die Hersteller von Küchengeräten arbeiten an Garverfahren, die zu fettreduzierten Produkten führen sollen, wie beispielsweise die Heißluftfritteuse. Diese beiden Aspekte werden in den folgenden Projekten im Kontext des Forschenden Lernens aufgegriffen und für die unterrichtliche Umsetzung erprobt.

3.2 Projekt zum Forschenden Lernen „Kann Rapsöl die Butter in der Küche ersetzen?“

Im ersten Beispiel geht es um die Frage, ob Rapsöl aus küchentechnologischer Sicht eine Alternative zu Butter sein kann. In der traditionellen deutschen Küche wird Rapsöl kaum verwendet. Das sowohl in der professionellen als auch in der heimischen Küche am häufigsten zur Geschmacksaufwertung verwendete Fett ist nach wie vor Butter. Die handelsübliche Butter wird aus dem Rahm von Kuhmilch hergestellt und unterscheidet sich damit insbesondere in ihrer Fettsäurezusammensetzung deutlich von Rapsöl. Aufgrund der für den menschlichen Organismus „gesünderen“ Inhaltsstoffe von Rapsöl, sowie der eindeutigen Empfehlung der DGE zu dessen Verwendung, wäre nun die logische Schlussfolgerung, die herkömmlich verwendete Butter bei der Zubereitung von Speisen einfach durch Rapsöl zu ersetzen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob dies in der Praxis so umzusetzen ist. Hier sind die physikochemischen Eigenschaften von Butter und Rapsöl für die Garverfahren von maßgeblicher Bedeutung. Gerade bei der Zugabe der Fette in kaltem Zustand ergeben sich gravierende Verarbeitungsunterschiede bei der Zubereitung. Die Betrachtung erfolgt mithilfe ausgewählter Garmethoden und die technologische Eignung wird anhand produkttypischer Qualitätskriterien beurteilt.

3.2.1 Didaktische Umsetzung

Dem Prinzip des forschenden Lernens und dem Modell der vollständigen Handlung folgend, soll das Unterrichtsbeispiel, wie in Tabelle 1 dargestellt, bearbeitet werden.

Handlungssituation: Die DGE empfiehlt bei der Zubereitung von Speisen die Reduktion fester tierischer Fette, wie Butter, und den Ersatz durch pflanzliche Öle, wie Rapsöl. Ihr Küchenchef bittet Sie, sich der Thematik anzunehmen und ihm nachher begründet bei der Entscheidung zu helfen, ob er zukünftig Butter durch Rapsöl ersetzen soll. Sie beschließen die Substitution an Beispielprodukten zu erproben.

Mögliches Handlungsprodukt: Für jedes bearbeitete Produkt wird ein Bewertungskatalog erstellt. Daraus kann als gemeinsames Handlungsprodukt eine Arbeitsanweisung für das Vorgehen beim Ersatz einer Zutat durch eine andere entwickelt werden. Es bietet sich an, verschiedene Produkte auszuwählen und diese arbeitsteilig zu erforschen. Um die Handlungssituation vollständig zu bearbeiten, werden abschließend die Gruppenergebnisse zusammengefasst und im Plenum ausgewertet und diskutiert.

Tab. 1: Ist Rapsöl ein Ersatz für Butter? – Vorschlag für die didaktische Umsetzung (Quelle: eigene Darstellung)

Phasen	Inhalte und Handlung <i>Die Auszubildenden...</i>
Informieren	...formulieren die Fragestellung, ob Fett in der Gastronomie im Produkt Mürbeteig/Schnitzel/Sauce Hollandaise durch Rapsöl ersetzt werden kann und stellen diesbezüglich Hypothesen auf. ... informieren sich über die Herstellung der Produkte, die Funktion der Inhaltsstoffe und die Qualitätskriterien für die Produkte.
Planen	...planen die Herstellung der Produkte, stellen das dafür erforderliche Material zusammen und entwickeln Arbeitsanleitungen. ... legen anhand der zuvor recherchierten Qualitätskriterien Prüfkriterien für eine Bewertung der Produkte fest.
Entscheiden	...entscheiden sich für ein Forschungsdesign, d. h. sie arbeiten in Gruppen und wählen ein Beispielprodukt aus, für das die Substitution geprüft werden soll.
Ausführen	...führen das Experiment durch. Dabei protokollieren sie ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse.
Kontrollieren	...interpretieren und präsentieren ihre Ergebnisse. Hier sollte die Frage geklärt werden, ob ein Austausch des Fetts durch Rapsöl für das gewählte Produkt sinnvoll und möglich erscheint.
Auswerten	...reflektieren den Forschungsprozesses. Sie prüfen, ob die Forschungsfrage vollumfänglich beantwortet wurde oder ob weitere Untersuchungen notwendig sind. So startet der Prozess ggf. erneut.

3.2.2 Experimentieren mit verschiedenen Produkten

An je einem Beispiel für die Garverfahren Backen, Braten und Kochen (hier: Mürbeteig/Schnitzel/Sauce Hollandaise) erarbeiten die Auszubildenden die küchentechnologischen Eigenschaften von Butter und Rapsöl und erforschen diese experimentell.

Butter und Rapsöl beim Backen eines Mürbeteigs

Ein Mürbeteig ist ein fettreicher Teig, der nur wenig aufgeht. Er besteht aus Mehl, Fett und Zucker im Verhältnis 3:2:1 sowie Ei und je nach Verwendung Zitrone, Vanille und Salz. Das Fett sorgt beim Backen für die Trennung der einzelnen Bestandteile. Es wirkt somit als Lockerungsmittel und verleiht dem Teig damit die typische mürbe Beschaffenheit. Wird das Fett durch Wärme oder eine zu lange Bearbeitungsdauer zu warm, wird der Teig brandig. Die Stärkekörner und Kleber-

teilchen werden dabei vom Fett vollständig getrennt, was dazu führt, dass sich die einzelnen Zutaten nicht verbinden, der Teig beim Ausrollen reißt und das Gebäck zerfällt (Brandes et al., 2015, S. 542, 610). Beurteilungskriterien für den Mürbeteig sind neben prozesstechnologischen Parametern wie Teigbindung, Knetverhalten und Konsistenz des Rohteiges, auch produkttypische Qualitätsmerkmale wie Bräunung und eine mürbe Struktur des Endproduktes (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Beurteilungskriterien und Ergebnisse für die Herstellung eines Mürbeteiges (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Brandes et al., 2015, S. 542, 610; Loderbauer, 2005, S. 147f.)

Beurteilungskriterien	Fett/ Öl	Erfüllt	Anmerkung/Beobachtung
Konsistenz des Rohteiges/ Teigbindung	Butter	Ja	Zutaten verbinden sich problemlos
	Rapsöl	Nein	Bindung nicht erkennbar
Kneteigenschaften/ Vermengung der Zutaten	Butter	Ja	Verreiben des Mehls mit der Fettmasse problemlos möglich, kein Zerlaufen des Teiges
	Rapsöl	Nein	Verreiben des Mehls mit der Fettmasse nicht möglich, Masse zerläuft, Teig muss gerührt werden
Konsistenz des Rohteiges/ Plastizität	Butter	Ja	Teig gut formbar
	Rapsöl	Nein	Teig zerfließt und ölt aus
Backverhalten/ Teig bleibt kompakt	Butter	Ja	Teig zerfließt nicht
	Rapsöl	Ja/ Nein	Teig bleibt nur durch die Backform kompakt
Backverhalten/ typische Bräunung	Butter	Ja	gleichmäßige Bräunung vom Rand her, nach 30 Min. Bräunung gleichmäßig über Gebäck verteilt
	Rapsöl	Ja	gleichmäßige Bräunung vom Rand nach 30 Min. Bräunung gleichmäßig über Gebäck verteilt, erkennbare ölige Oberfläche
Endprodukt/ mürbe Gebäckprobe	Butter	Ja	mürbe Struktur beim Brechen und Zerreiben vorhanden
	Rapsöl	Ja/ Nein	mürbe Struktur beim Brechen und Zerreiben vorhanden, Gebäck ölt deutlich aus

Butter und Rapsöl beim Braten eines Schnitzels

Schnitzel werden zumeist plattiert und mit einer Panierung aus Semmelbröseln umhüllt in tiefem Fett gebraten. Für das Braten wird üblicherweise Butter mit Sonnenblumenöl verwendet, da diese Mischung durch den Öl-Anteil höher erhitzbar ist. Das Gemisch wird in einer Pfanne bis zum Erreichen der Brattemperatur von mindestens 140°C erhitzt und das Schnitzel auf beiden Seiten bei reduzierter Hitzezufuhr und unter ständigem Schwenken ca. 2,5 Min. gebraten, bis die gewünsch-

te nussig-braune Farbe erreicht ist (Brandes et al., 2015, S. 140, 144f.). Beurteilungskriterien sind zum einen die brattechnischen Eigenschaften der eingesetzten Fette bzw. Öle, wie die Temperaturbeständigkeit, das Spritzverhalten sowie die Schaumbildung. Zum anderen wird die Qualität des Produktes anhand der gleichmäßigen Bräunung sowie einer geschlossenen und ganzheitlich knusprigen Panierung bewertet (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: Beurteilungskriterien und Ergebnisse für die Herstellung eines Schnitzels (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Brandes et al., 2015, S. 140, 144f.)

Beurteilungskriterien	Fett/ Öl	Erfüllt	Anmerkung/Beobachtung
Temperaturbeständigkeit bei Brattemperatur	Butter	Ja	keine Rauchentwicklung
	Rapsöl	Ja	
Spritzverhalten ist gering	Butter	Ja	kein Spritzen erkennbar
	Rapsöl	Ja	
Schaumbildung ist gering	Butter	Ja	geringe Schaumbildung
	Rapsöl	Ja	keine Schaumbildung
Bräunung des Produktes ist gleichmäßig	Butter	Ja	gleichmäßige Bräunung beider Seiten
	Rapsöl	Ja	
Panierung hält am Produkt, weicht nicht auf	Butter	Ja	Panierung hält am Produkt
	Rapsöl	Ja	
Panierung ist gleichmäßig kross	Butter	Ja	Panierung gleichmäßig kross
	Rapsöl	Ja	
Bratrückstände in der Pfanne	Butter	Ja	deutlich erkennbare Reste der einreduzierten Molke aus der Butter
	Rapsöl	Ja	leichte Reste der Panierung erkennbar

Butter und Rapsöl beim Kochen einer Sauce Hollandaise

Die Sauce Hollandaise gehört zu den aufgeschlagenen Buttersaucen, die als Beigabe zu Fleisch, Fisch, Gemüse oder Eiern gereicht wird. Sie besteht aus einer Reduktion von Essig, Wasser, Pfefferkörnern sowie Schalotten und wird mit Eigelb im mäßig heißen Wasserbad aufgeschlagen, bis eine verdickte Masse entsteht. Im Anschluss wird zerlassene Butter, der Hauptbestandteil der Sauce Hollandaise, langsam unter das verdickte Eigelb geschlagen. Dabei darf die Butter nicht zu rasch oder zu heiß zugegeben werden, da sonst die Emulsionsbildung verhindert wird und die Sauce gerinnt (Brandes et al., 2015, S. 513-514). Beurteilungskriterien für die Sauce Hollandaise sind das Fließverhalten des Fettes/Öles, die Ausbildung einer vollständigen Emulsion, die Konsistenz der fertigen Sauce sowie produkttypische Färbung und Glanz (siehe Tabelle 4).

Tab. 4: Beurteilungskriterien und Ergebnisse für die Herstellung einer Sauce Hollandaise
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Brandes et al., 2015, S. 513f.)

Beurteilungskriterien	Fett/ Öl	Erfüllt	Anmerkung/Beobachtung
Fließverhalten des Fet- tes/Öles	Butter	Ja	gut dosierbar
	Rapsöl	Ja	
vollständige Emulsion	Butter	Ja	Emulsion erfolgt vollständig
	Rapsöl	Ja	
produkttypische Färbung	Butter	Ja	goldgelbe Färbung
	Rapsöl	Nein	nur leicht gelbliche Färbung
typische Konsistenz im Endprodukt	Butter	Ja	Sauce hat stabilen Stand
	Rapsöl	Nein	Sauce ist deutlich flüssig
seidenmatter Glanz im Endprodukt	Butter	Ja	seidenmatter Glanz vorhanden
	Rapsöl	Ja	

3.2.3 Auswertung und Ergebnisse des Forschungsprozesses

Im Rahmen des fachdidaktischen Seminars reflektieren und bewerten die Studierenden den Prozess des forschenden Lernens. In der Berufsschule wird dieser abschließende Schritt von den Auszubildenden übernommen.

Aus ernährungsphysiologischer Sicht spricht die Fettsäurezusammensetzung von Fetten und Ölen dafür, Butter bei Garverfahren durch Rapsöl zu ersetzen. Die Kriterien gestützte Analyse der prozesstechnologischen und physikochemischen Vorgänge beim Garen mit Butter und Rapsöl zeigt aber, dass der Ersatz nicht in jedem Fall erfolgen kann, wenn Verarbeitungsaspekte und Verbrauchererwartungen hinsichtlich Qualität berücksichtigt werden.

Der mit Rapsöl zubereitete Mürbeteig zeigt zwar eine mürbe Konsistenz, ist aber schlecht ausrollfähig. Wenn Rapsöl verwendet werden soll, muss die Rezeptur angepasst werden (siehe Tabelle 2). Beim Braten des Schnitzels mit Rapsöl erfüllt das Endprodukt alle Beurteilungskriterien. Hier ist der Ersatz ohne weiteres möglich (siehe Tabelle 3). Die Hollandaise lässt sich mit Rapsöl zu einer cremigen Emulsion aufschlagen, erfüllt jedoch nicht die qualitativen Merkmale einer mit Butter aufgeschlagenen Sauce Hollandaise (siehe Tabelle 4). Die Auszubildenden erkennen, dass Rohstoffe und Garverfahren aufeinander abgestimmt sein müssen und verstehen die Relevanz von Rezepturen.

Im Rahmen des Forschungsdesigns wurden lediglich Aussehen und Textur der Produkte betrachtet. Diese Untersuchungen können in der Schule noch durch sensorische Prüfungen ergänzt werden, um auch Geschmack und Geruch der Produkte in die Beurteilung einzubeziehen.

3.3 Projekt zum Forschenden Lernen „Führt Heißluftfrittieren zu einer Fettreduktion“?

Das zweite Beispiel thematisiert die gesundheitlichen Aspekte bei der Herstellung von Pommes Frites. Hier soll untersucht werden, ob das Garen in der Heißluftfritteuse zu einem reduzierten Fettgehalt führt und damit der Verzehr von Pommes Frites gesünder ist. Für die Fragestellungen wurden einfache Experimente entwickelt, die in der Schule in Absprache mit den Fachpraxislehrkräften umsetzbar sind.

Laut einer aktuellen Studie für Deutschland, essen 41,8 % der Bevölkerung mindestens einmal im Monat Pommes Frites, fast ein Drittel tut dies auch häufiger (Statista, 2020a). 2019 wurden 332.918 t tiefgekühlte Pommes Frites verkauft (Statista, 2020b). Gleichzeitig wächst bei Verbrauchern das Gesundheitsbewusstsein, was sich auch im steigenden Konsum von fettarmen Produkten äußert (Statista, 2019). Die Lebensmittelindustrie reagiert auf diesen Trend, indem vermehrt fettreduzierte Produkte angeboten werden oder Alternativen zum herkömmlichen Garverfahren Frittieren beworben werden. Insbesondere die Verwendung der Heißluftfritteuse wird als gesunde Alternative dargestellt (Clamann, 2019). Da in der Regel aber derselbe Rohstoff, Tiefkühl-Pommes-Frites, eingesetzt wird, stellt sich die Frage, ob diese Werbeaussagen stimmen und wie dieses überprüft werden könnte.

3.3.1 Didaktische Umsetzung

Dem Prinzip des Forschenden Lernens und dem Modell der vollständigen Handlung folgend, sollen im Rahmen einer Handlungssituation die Phasen für das Praxisbeispiel wie in Tabelle 5 dargestellt, bearbeitet werden.

Handlungssituation: Ihr Küchenchef reagiert auf das gesteigerte Gesundheitsbewusstsein der Gäste und möchte vermehrt fettreduzierte Produkte anbieten. Ihm liegen besonders die Pommes Frites am Herzen, weil sie in dem Restaurant sehr gefragt sind. Er hat in der Werbung von Heißluftfritteuse gelesen, mit der Pommes Frites fettreduziert gegart werden können. Eine weitere Möglichkeit der Zubereitung ist das Garen im Backofen. Er beauftragt Sie zu prüfen, ob sich mit den alternativen Gargeräten der Fettgehalt im Vergleich zur herkömmlichen Fritteuse reduzieren lässt.

Mögliches Handlungsprodukt: Erarbeitung eines Bewertungskatalogs zu Rohware, Fertigprodukt und den Gargeräten. Abschließende Bewertung der Gargeräte hinsichtlich ökonomischer und gesundheitlicher Aspekte sowie des Einflusses auf die sensorische Qualität des Produktes. Auch in diesem Forschungsprozess bietet es sich an, arbeitsteilig vorzugehen, da es verschiedene Experimente zur Bestimmung des Fettgehaltes in Lebensmitteln gibt. Diese können in den Gruppen erprobt und im Plenum hinsichtlich ihrer Aussagekraft beurteilt werden.

Tab. 5: Fettreduktion durch Heißluftfrittieren? – Vorschlag für die didaktische Umsetzung (Quelle: eigene Darstellung)

Phasen	Inhalt und Handlung <i>Die Auszubildenden...</i>
Informieren	...formulieren die Fragestellung, ob Pommes Frites mit einer Heißluftfritteuse oder einem Backofen deutlich fettreduzierter als mit einer normalen Fritteuse hergestellt werden können und stellen diesbezüglich Hypothesen auf. ...informieren sich über die Herstellung des Produkts und die Funktion der Gargeräte und recherchieren Möglichkeiten zur experimentellen Bestimmung des Fettgehaltes von Pommes Frites.
Planen	...planen die Herstellung der Pommes Frites und die Experimente zur Bestimmung des Fettgehaltes des Frittierguts. Sie stellen das dafür erforderliche Material zusammen und entwickeln Arbeitsanleitungen.
Entscheiden	...entscheiden sich für ein Forschungsdesign, d. h. sie wählen ein oder bei Gruppenarbeit mehrere Experimente aus.
Ausführen	...führen das Experiment durch. Dabei protokollieren sie ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse.
Kontrollieren	...interpretieren und präsentieren ihre Ergebnisse. Hier sollte die Frage geklärt werden, ob sich der Fettgehalt durch die Verwendung einer Heißluftfritteuse oder eines Backofens gegenüber der herkömmlichen Fritteuse reduzieren lässt.
Auswerten	...reflektieren den Forschungsprozess. Sie prüfen, ob die Forschungsfrage vollumfänglich beantwortet wurde oder ob weitere Untersuchungen notwendig sind. So startet der Prozess ggf. erneut.

3.3.2 Experimentieren mit verschiedenen Küchengeräten

Pommes Frites können im Backofen, in der Fritteuse und in der Heißluftfritteuse zubereitet werden. Die Geräte unterscheiden sich im Wesentlichen durch das verwendete Garmedium und damit verbunden in der Art der Wärmeübertragung (siehe Tabelle 6). Die Gartemperaturen sind vergleichbar, die Gardauer in der Fritteuse ist allerdings bedingt durch die andere Art der Wärmeübertragung deutlich kürzer.

Tab. 6: Gargeräte für Pommes Frites und Geräteparameter (Quelle: in Anlehnung an Herrmann et al., 2008, S. 102f.)

Gerät	Garmedium	Temperatur [°C]	Wärmeübertragung	Dauer [min]
Backofen	Luft	180	Strahlung Konvektion	20
Fritteuse	Fett/Öl	160–180	Leitung	3
Heißluftfritteuse	Luft	180	Strahlung Konvektion	21

Experimentelle Bestimmung des Fettanteils

Im Folgenden werden zwei Lösungsansätze zur Ermittlung des Fettgehalts von Pommes Frites vorgestellt und auf ihre Aussagekraft geprüft.

Zunächst werden für jedes Gargerät mehrere Portionen Pommes Frites á 200 g abgewogen und gegart. Daran anschließend wird nochmals gewogen, um durch die Gewichtsveränderung auf Unterschiede im Fettgehalt zu schließen. Um Qualitätsschwankungen der Rohware auszuschließen, wird aus einer Tüte jeweils eine Probe für die Gargeräte entnommen.

Die Pommes Frites aus der Heißluftfritteuse weisen den größten Gewichtsunterschied auf, gefolgt von denen aus der Fritteuse (siehe Abbildung 2). Den geringsten Gewichtsverlust zeigen die Pommes Frites aus dem Backofen. Auf allen Produkten sind Fettablagerungen erkennbar. Nun muss überlegt werden, worauf dieser Gewichtsverlust beruht. Hier erlaubt die Gartemperatur Rückschlüsse: Wasser siedet ab 95°C, während die Siedetemperaturen der Fette über den hier verwendeten Temperaturen liegen. Der Gewichtsverlust sollte also vorrangig auf verdampftem Wasser beruhen (DGF, 2012, S. 5). Daher lässt sich aus den Gewichtsdimensionen bezüglich des Fettgehalts der Produkte keine Aussage treffen.

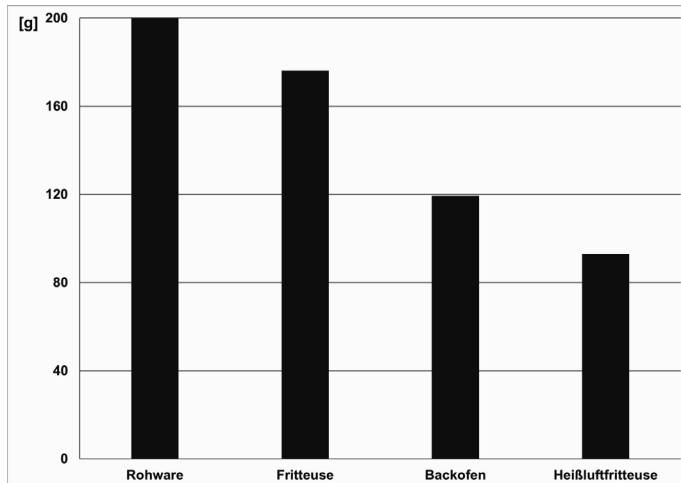


Abb. 2: Gewicht der Pommes Frites [g] nach dem Garen (Quelle: eigene Darstellung)

In einem weiteren Versuch wird mithilfe einer definierten Menge Lösemittel das Fett aus dem Gargut extrahiert, die fetthaltige Lösung dekantiert, das Lösemittel verdampft und die herausgelöste Fettmenge gewogen. Die Fettextraktion erfolgt in der Regel in einer Soxhlet-Apparatur (Matissek et al., 2018, S. 264f.), wird hier aber vereinfacht in verschließbaren Glasgefäßen durchgeführt. Dabei wird bewusst einkalkuliert, dass Fettreste auf dem Produkt verbleiben können. Bei dem Lösemittel Heptan handelt es sich um einen Gefahrstoff, dessen Einsatz mit Vorsichtsmaßnahmen verbunden ist. Wichtig ist hier vor allem eine Abluftanlage zum Abfüllen und Verdampfen des Lösemittels. Heptan ist als lipophiles Lösemittel für die Extraktion besonders gut einsetzbar. Als Ergebnis ist feststellbar, dass sich bei allen Produkten Fetttropfen im Lösemittel befinden und die Flüssigkeit eine gelbliche Färbung zeigt. Nach dem Verdampfen des Lösemittels und erneutem Wiegen,

weisen die Pommes Frites aus dem Backofen den geringsten, die aus der Fritteuse den größten Fettgehalt auf. Der Wert für das Produkt aus der Heißluftfritteuse ist geringfügig kleiner als bei Verwendung einer Fritteuse, da allerdings die Vertrauensbereiche der Werte für die Fritteuse und die Heißluftfritteuse überlappen, ist keine gesicherte Aussage möglich (siehe Abbildung 3).

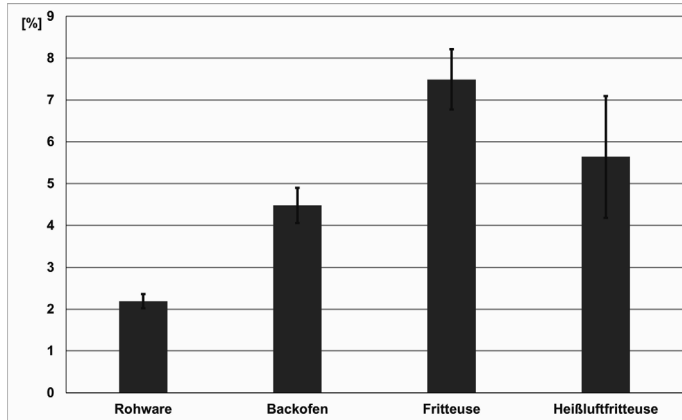


Abb. 3: Fettgehalt [%] der Pommes Frites in Abhängigkeit vom Gargerät (Quelle: eigene Darstellung)

3.3.3 Auswertung und Ergebnisse des Forschungsprozesses

Das Werbeversprechen des reduzierten Fettgehalts bei Verwendung einer Heißluftfritteuse, kann weder bewiesen noch widerlegt werden. Die Unterschiede im Fettgehalt sind geringfügig. Fett als Geschmacksträger beeinflusst aber den gustatorischen Eindruck des Produkts. Für die Beurteilung der Versuchsergebnisse hinsichtlich einer erwarteten Produktqualität müssen daher weitere Kriterien berücksichtigt werden. Dazu gehören sensorische Aspekte wie Aussehen, Geschmack oder Textur (Knusprigkeit) des Produkts. Zusätzlich kann die Untersuchung auf Pommes Frites aus rohen Kartoffeln ausgedehnt werden. Aber auch der Zeitaufwand oder der Energieverbrauch für die Garmethoden können betrachtet und somit Nachhaltigkeitsaspekte diskutiert werden. Die Auszubildenden setzen sich mit den verschiedenen Bewertungskriterien auseinander und treffen eine begründete Auswahl bezüglich der Relevanz für den beruflichen Alltag.

Wie bereits beschrieben, gibt es unterschiedliche Methoden zur Bestimmung des Fettgehaltes von Lebensmitteln. Wird nicht arbeitsteilig in Gruppen geforscht, müssen sich die Auszubildenden in der Entscheidungsphase auf ein Experiment festlegen. Stellen sie am Ende ihres Forschungsprozesses fest, dass die Ergebnisse keine ausreichende Antwort auf die Fragestellung erlauben, muss der Prozess erneut durchlaufen werden. Hier wird den Auszubildenden deutlich, welche Rele-

vanz die Versuchsplanung sowie einzelne Versuchsparameter haben. Diese sind so zu wählen, dass sie auch zuverlässige Aussagen liefern.

4 Fazit und Ausblick

Die Erprobung und Anwendung des Forschenden Lernens bereits während der ersten Ausbildungsphase versetzt angehende Lehrkräfte für das Lehramt an berufsbildenden Schulen in die Lage, das Konzept mit der vollständigen Handlung zu verknüpfen und in ihre Berufspraxis zu integrieren. Die Anwendungsbereiche für die gastronomischen Berufe sind vielfältig. Sowohl Studierende als auch später Auszubildende werden mit einer Handlungssituation konfrontiert, aus der zunächst eine Forschungsfrage abgeleitet wird. Daraufhin informieren sie sich z. B. über Rohstoffe, Garverfahren und Qualitätskriterien. Sie erarbeiten auf Basis der Forschungsfrage Hypothesen hinsichtlich möglicher Einflussfaktoren und entwickeln Ideen zur Überprüfung der Vermutungen. Dabei werden auch Aspekte der Versuchsplanung sowie Kriterien für die Vergleichbarkeit von Versuchsergebnissen thematisiert. Experimente werden geplant, Anleitungen erarbeitet und das benötigte Material bereitgestellt. Die Experimente werden durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden in Bezug auf die Hypothesen verifiziert oder falsifiziert und die Forschungsfrage wird abschließend beantwortet.

Zusätzlich fördert die Arbeitsweise die Kreativität der Auszubildenden und impliziert den Gedanken zur stetigen Weiterentwicklung von Erkenntnissen im beruflichen Kontext. Durch die Fähigkeit, sich Zusammenhänge selbständig zu erschließen und Erkenntnisse zu interpretieren, werden alte Muster aufgebrochen, Arbeitsweisen überdacht und Problemlösestrategien entwickelt. Diese können auch im betrieblichen Alltag angewendet werden. So lässt sich das Bewusstsein der Auszubildenden auch im Hinblick auf die Verantwortung gegenüber dem Betrieb und den Gästen sensibilisieren.

In der beruflichen Bildung wird das experimentelle Arbeiten mit Auszubildenden vielfach aus Zeitgründen, aufgrund fehlender Ausstattung und des erhöhten Zeitbedarfs lediglich im Fachpraxisunterricht durchgeführt. Kennen Lehrkräfte das Forschende Lernen bereits aus der ersten Ausbildungsphase, ist später die Hürde der Durchführung deutlich geringer. Fehlende Ausstattung kann durch Alltagsgegenstände ersetzt werden und bei wiederholtem Einsatz verringert sich auch der Arbeitsaufwand. Im Vergleich zum Lernzuwachs ist der Aufwand für das Forschende Lernen in der Schulpraxis gerechtfertigt. Die Auszubildenden übernehmen ein sehr hohes Maß an Verantwortung für ihren Lernprozess. Das Problemlösevermögen wird geschult und eigene Ideen und Lösungsansätze finden Beachtung. Es ist wichtig, dass sie auch scheitern dürfen, z. B. wenn sie nicht sorgfältig geplant oder gearbeitet haben. Die im Forschenden Lernen gewonnenen Erkenntnisse sind sowohl theoretisch als auch praktisch anzuwenden. Insbesondere Studierenden ohne berufliche Vorerfahrung und Auszubildenden, denen die Verknüpfung von Theorie und Praxis

nur schwer gelingt, können auf diese Weise Fachinhalte und Arbeitsprozesse zugänglich gemacht werden.

Literatur

- Barke, H.-D. & Harsch, G. (2001). *Chemiedidaktik heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56621-9>
- Bordewick-Dell, U., Kastrup, J. & Nölle-Krug, M. (2018). Experimente im Berufsfeld Ernährung und Hauswirtschaft – ein Konzept für die berufliche Lehramtsausbildung. *Haushalt in Bildung & Forschung*, 7(1), 38-53. <https://doi.org/10.3224/hibifo.v7i1.03>
- Brandes, F., Grüner, H., Krödel, C., Metz, R., Voll, M. & Wolfgang, T. (2015). *Der junge Koch – Die junge Köchin* (36. Aufl.). Pfanneberg.
- Clamann, A. (2019). *Trendprodukt: Sind Heißluftfritteusen der neue Thermomix?* Hamburger Abendblatt vom 12.03.2019. <https://www.abendblatt.de/ratgeber/article213413591/Trendprodukt-Sind-Heissluftfritteusen-der-neue-Thermomix.html>
- DGE – Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2015). *Ausgewählte Fragen und Antworten zur 2. Version der DGE-Leitlinie „Fetzzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten“*. <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/faq/FAQ-Fett-LL-2v.pdf>
- DGF – Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft e. V. (2012). *Optimal Frittieren*. http://www.dgfett.de/material/frittierempfehlungen_dgf.pdf
- Herrmann, J., Nothnagel, T. & Nothnagel, D. (2008). *Die Lehrküche* (3., erweiterte Aufl.) Verlag Handwerk und Technik.
- Huber, L. (2009). Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In L. Huber, J. Hellmer & F. Schneider (2013), *Forschendes Lernen im Studium* (2. Aufl., S. 9-35). UniversitätsVerlag Webler.
- Kreutzmann, M., Zander, L. & B. Hannover (2014). Versuch macht kluch-g?! *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie*, 46(2), 101-113. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000103>
- KMK – Sekretariat der Kultusministerkonferenz (1997). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Koch/Köchin*. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.12.1997). <https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Koch.pdf>
- Loderbauer, J. (2005). *Das Bäckerbuch Grund- und Fachstufe in Lernfeldern* (2. Aufl.). Verlag Handwerk und Technik.
- Matissek, R., Fischer, M. & Steiner, G. (2018). *Lebensmittelanalytik* (6. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55722-8>
- Meyer, H. (2009). *Unterrichtsmethoden I – Theorieband* (13. Aufl.). Cornelsen.
- Peuker, B. & V. Herkner (2020). *Forschendes Lernen im Bereich berufsbildender Schulen – Perspektiven aus Sicht der Beruflichen Fachrichtung Ernährungs- und*

- Hauswirtschaftswissenschaft sowie der Berufspädagogik. In J. Winkel, M. Busker, L. Schüler, H. Limberg, & O. Jäkel (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Praxissemester an der Europa Universität Flensburg* (S. 11-25). Flensburg University Press. <https://www.uni-flensburg.de/fileadmin/content/abteilungen/methodenlehre/dokumente/downloads/mueller-benedict/2020-winkel-ua-forschendes-lernen-online.pdf>
- Schlicht, J. (2013). Forschendes Lernen im Studium: Ein Ansatz zur Verknüpfung von Forschungs-, Lehr- und Lernprozessen. In U. Faßhauer, B. Fürstenau & E. Wuttke (Hrsg.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2013* (S. 165-176). Budrich. <http://dx.doi.org/10.3224/978384740127>
- Sonntag, M., Rueß, J., Ebert, C., Friederici, K., Schilo, L. & W. Deicke (2016). *Forschendes Lernen im Seminar* (2. Aufl.). https://www.researchgate.net/publication/323030033_Forschendes_Lernen_im_Seminar_Ein_Leitfaden_fur_Lehrende_2_uberarbeitete_Auflage
- Spalke, T. (2013). *Das Referendariat an berufsbildenden Schulen: 10 Stationen für den erfolgreichen Einstieg*. Cornelsen.
- Statista (2019). *Umfrage zu beliebten Essgewohnheiten und Ernährungstypen in Deutschland 2019*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/262648/umfrage/esstypen-in-deutschland/>
- Statista (2020a). *Umfrage zur Häufigkeit der Verwendung von tiefgekühlten Pommes frites bis 2020*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/172420/umfrage/haeufigkeit-verwendung-von-pommes-frites-tkk/>
- Statista (2020b). *Absatz von tiefgekühlten Pommes frites in Deutschland bis 2019*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/155491/umfrage/inlandsabsatz-von-tiefgekuehlten-pommes-frites-in-deutschland-seit-2008/>
- Weingardt, M. (2014). Wer aufhört Fehler zu machen, lernt nicht mehr dazu. *Lernen und Lernstörungen*, 3(1), 23-38. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000056>

Verfasser und Verfasserinnen

Aaron Kottländer (B.Sc.), Jorick Wehmeier (B.Sc.), Johanna Kirchhof (M.Ed.) & Dr.ⁱⁿ Sabine Struckmeier

Leibniz Universität Hannover
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften IDN
AG Didaktik der Lebensmittelwissenschaft
Am Kleinen Felde 30
D-30167 Hannover

E-Mail: aaron.kottlaender@gmail.com | j.wehmeier@t-online.de
kirchhof@idn.uni-hannover.de | struckmeier@idn.uni-hannover.de
Internet: <https://www.idn.uni-hannover.de/>