

Inhaltsverzeichnis

Verwendung des generischen Maskulinums.....	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Zusammenfassung.....	5
Abstract.....	5
1. Einleitung.....	6
2. Theoretischer Hintergrund.....	8
2.1 Einteilung der Kohlenhydrate.....	8
2.2 Der Kohlenhydratstoffwechsel.....	8
2.3 Blutzucker in Verbindung mit Krankheiten.....	9
2.4 Glykämischer Index.....	10
2.4.1 Klassifizierung.....	10
2.4.2 Messung und Berechnung.....	10
2.4.3 Einflussfaktoren auf den GI.....	11
2.4.4 Abgrenzung zur glykämischen Last.....	12
2.5 Honig.....	12
2.5.1 Sortenvielfalt der Honige.....	12
2.5.2 Zuckerzusammensetzung des Honigs.....	12
2.5.3 Honig und seine glykämische Wirkung.....	13
3. Methodik.....	14
3.1 Auswahl der Datenbanken.....	15
3.2 Findung der Schlagworte.....	15
3.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien.....	16
3.4 Erstellung der Suchstrategie.....	17
3.5 Selektion der Studien.....	19
3.6 Bewertung der Qualität der eingeschlossenen Studien.....	21
4. Ergebnisse.....	22
4.1 Ischayek & Kern.....	23
4.2 Deibert et al.....	24
4.3 Atayoglu et al.....	25
4.4 Gourdomichali & Papakonstantinou.....	27
5. Diskussion.....	33

5.1 Diskussion der Ergebnisse	33
5.1.1 Vergleich der glykämischen Indizes der untersuchten Honigsorten.....	33
5.1.2 Einfluss der Zuckerprofile	35
5.1.3 Weitere mögliche Einflussfaktoren.....	36
5.1.4 Ausblick	36
5.2 Diskussion der Methode	37
6. Fazit.....	38
Literaturverzeichnis	40
Eidesstattliche Erklärung.....	47

Verwendung des generischen Maskulinums

In der vorliegenden Arbeit wird für eine bessere Lesbarkeit darauf verzichtet, sowohl die weibliche als auch die männliche Personenbezeichnung zu nennen. Stattdessen wird das generische Maskulinum verwendet, das alle Geschlechter miteinbezieht.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schlagworte und deren Synonyme für die Suchstrategie	15
Tabelle 2: Einschluss- und Ausschlusskriterien für die Auswahl der Studien.....	16
Tabelle 3: Suchstrategie in der Datenbank PubMed	18
Tabelle 4: Suchstrategie in der Datenbank ScienceDirect.....	18
Tabelle 5: Nummerierung der eingeschlossenen Studien.....	21
Tabelle 6: Kriterienliste zur Bewertung der Qualität der eingeschlossenen Studien.....	21
Tabelle 7: Zuckerzusammensetzungen und glykämische Indizes von US-Honigsorten	23
Tabelle 8: Zuckerzusammensetzungen und glykämische Indizes deutscher Honigsorten	25
Tabelle 9: Glykämische Indizes türkischer Honige und Fructosegehalt von Zitrushonig.....	26
Tabelle 10: Zuckerzusammensetzungen und glykämische Indizes griechischer Honigsorten	28
Tabelle 11: Symbolverzeichnis der PICOR-Tabelle.....	30
Tabelle 12: PICOR-Tabelle der vier eingeschlossenen Studien	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Systematische Literaturrecherche in den Datenbanken PubMed und ScienceDirect. 20

Abkürzungsverzeichnis

IAUC	incremental area under the curve, deutsch: inkrementelle Fläche unter der Kurve
F-G-Verhältnis	Fructose-Glucose-Verhältnis
HbA1c	Glykiertes Hämoglobin
GI	Glykämischer Index
ISO	International Organization for Standardization
MeSH	Medical Subject Headings
RCT	randomised controlled trial, deutsch: randomisierte kontrollierte Studie
S-O-Verhältnis	Saccharose-Oligosaccharid-Verhältnis

Zusammenfassung

Hintergrund: Postprandiale Blutzuckerspitzen erhöhen das Risiko für metabolische Erkrankungen. Für verschiedene Honigsorten werden glykämische Indizes (GIs) zwischen 32 und 74 berichtet. Einige Honigsorten weisen demnach einen niedrigeren GI als Saccharose auf. Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, inwiefern der Fructosegehalt, das Fructose-Glucose-Verhältnis oder weitere Aspekte der Zuckerzusammensetzung von Honig die variierenden GIs erklären können, um eine fundierte Bewertungsgrundlage für Honig als Süßungsmittel zu schaffen.

Methodik: Es wurde eine systematische Literaturrecherche in den Datenbanken PubMed und ScienceDirect durchgeführt. Eingeschlossen wurden Primärstudien, die den GI und die Zuckerzusammensetzung verschiedener Honigsorten bestimmten und den Einfluss der Zucker auf deren GI analysierten. Die Auswahl der Literatur erfolgte anhand definierter Einschlusskriterien, die von vier Studien erfüllt wurden.

Ergebnisse: Die Studien zeigen konsistent, dass Honige mit höheren Fructosegehalten niedrigere GI-Werte aufweisen. Das Fructose-Glucose-Verhältnis ist weniger relevant, da zwei Studien keinen Zusammenhang finden und nur eine Studie eine negative Korrelation berichtet. In einer Studie führt ein höherer Saccharosegehalt sowohl absolut als auch im Verhältnis zu Oligosacchariden zu niedrigeren GI-Werten. Eine weitere Studie berichtet, dass das Oligosaccharid Melezitose den GI erhöht und der Gesamtkohlenhydratgehalt für den GI weniger bedeutsam ist als die Kohlenhydratzusammensetzung.

Diskussion: Die GIs gleicher Honigsorten variieren zwischen den Studien. Neben der Zuckerzusammensetzung könnten methodische Unterschiede diese Abweichungen beeinflussen. Aufgrund der begrenzten Datenlage sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. Es besteht Forschungsbedarf zu den Mechanismen der modulierenden Effekte einzelner Zucker sowie zu weiteren Einflussfaktoren auf den GI von Honig.

Abstract

Background: Postprandial blood glucose spikes increase the risk of metabolic diseases. Reported glycemic indices (GIs) of different honey types range from 32 to 74, suggesting that some honeys elicit a lower glycemic response than sucrose. This review aimed to examine whether fructose content, the fructose-glucose-ratio, or other aspects of the sugar composition of honey can explain the variation in GI values, to provide a sound basis for evaluating honey as a sweetener.

Methods: A systematic literature search was conducted in the PubMed and ScienceDirect databases. Primary studies that determined the GI and sugar composition of honeys and analyzed the influence of sugars on GI were included. Four studies met the predefined inclusion criteria.

Results: Across studies, higher fructose content is consistently associated with lower GI values. The fructose-glucose-ratio appears less relevant, as two studies find no association and only one reports a negative correlation. One study shows that higher sucrose content, both absolute and relative to oligosaccharides, is associated with lower GI values. Another study reports that the oligosaccharide melezitose increases the GI and the total carbohydrate content is less relevant than the carbohydrate composition.

Discussion: GI values of identical honey types vary between studies. Besides sugar composition, methodological differences may contribute to these discrepancies. Due to the limited evidence base, the results should be interpreted with caution. Further research is needed to clarify the mechanisms by which specific sugars modulate the GI and to identify additional influencing factors.

1. Einleitung

Ausgeprägte postprandiale Blutzuckerspitzen, definiert als übermäßig erhöhte Blutzuckerspiegel nach der Nahrungsaufnahme, gelten als eigenständiger Risikofaktor für die Entwicklung von metabolischen Krankheiten (zitiert nach Brand-Miller et al., 2007). In Deutschland leiden bereits 61 % der Männer und 38 % der Frauen an Übergewicht (zitiert nach Hauner & Holzapfel, 2024). Zudem sind über 8,9 Millionen Menschen an Diabetes Mellitus Typ 2 erkrankt (zitiert nach Seidel-Jacobs, Tönnies & Rathmann, 2024). Eine Ernährungsweise, die postprandiale Blutzuckeranstiege durch den Verzehr von Lebensmitteln mit einem niedrigen glykämischen Index begrenzt, kann die metabolische Gesundheit hingegen fördern (zitiert nach Ni et al., 2022).

Der glykämische Index (GI) beschreibt die postprandiale Blutzuckerantwort auf ein kohlenhydrathaltiges Lebensmittel im Vergleich zu einem Referenzlebensmittel, meist Glucose (zitiert nach Strohm, 2013). Je nach Ausmaß des Blutzuckerspiegelanstiegs infolge des Lebensmittelverzehr, erfolgt eine Unterteilung des GIs in drei Gruppen: Hoch (≥ 70), mittel (56-69) und niedrig (≤ 55) (zitiert nach Augustin et al., 2015).

Honig ist ein natürliches Süßungsmittel, das von Honigbienen durch die Sammlung und Verarbeitung von Nektar oder Honigtau, der aus den Ausscheidungen von Pflanzen oder pflanzensaugender Insekten entsteht, hergestellt und in Waben zur Reifung eingelagert wird (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022; zitiert nach Seraglio et al., 2019). Honig setzt sich zu etwa 80 % seiner Masse aus verschiedenen Zuckern zusammen, vorwiegend aus den Monosacchariden Fructose und

Glucose (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022, S.3; Deibert et al., 2010). Im geringen Maße sind eine Vielzahl weiterer Kohlenhydrate enthalten (Lazaridou et al., 2004; Ouchemoukh et al., 2010; Ruiz-Matute, 2010).

Eine Review aus dem Jahr 2023 zeigt, dass Honig den akuten Blutzuckerspiegel milder ansteigen lässt als Haushaltszucker (zitiert nach Palma-Morales, Huertas & Rodríguez-Pérez, 2023). In der internationalen Tabelle für glykämische Indizes variieren die GI-Werte verschiedener Honigsorten jedoch zwischen 35 und 74, was darauf hinweist, dass nur bestimmte Sorten eine niedrigere glykämische Reaktion als Saccharose mit einem GI von 66 verursachen (zitiert nach Atkinson et al., 2021).

Als mögliche Ursache für die variierenden GIs wird die Zuckerzusammensetzung der Honige diskutiert. Akhbari et al. erwähnen in ihrer systematischen Review aus dem Jahr 2021, dass das Fructose-Glucose-Verhältnis der Honigsorten auf ihren GI wirkt (zitiert nach Akhbari et al., 2021). Eine weitere These stellen Walther & Kast in einem Übersichtsartikel aus dem Jahr 2011 zur akuten Blutzuckerreaktion nach Honig- und Zuckerkonsum auf (zitiert nach Walther & Kast, 2011). Sie halten fest, dass der Fructosegehalt der Honige einen Einfluss auf den GI hat, wonach Honigsorten mit einem höheren Gehalt an Fructose einen niedrigeren GI aufweisen (zitiert nach Walther & Kast, 2011).

Bislang ist nicht geklärt, welche Komponenten maßgeblich für die Variation der GI-Werte verantwortlich sind. In dieser Arbeit soll untersucht werden, wie die Zuckerzusammensetzung den GI der Honigsorten beeinflusst. Mithilfe einer systematischen Literaturrecherche werden Studien gesammelt, die den GI verschiedener Honigsorten bestimmen und anschließend den Einfluss der Zuckerzusammensetzung auf diesen GI untersuchen. Es soll geprüft werden, ob die formulierten Thesen die variierenden GIs erklären können oder ob zusätzliche Faktoren der Zuckerzusammensetzung eine Rolle spielen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen eine Grundlage für zukünftige Bewertungen der gesundheitlichen Auswirkungen des Einsatzes von Honig als Süßungsmittel bilden.

2. Theoretischer Hintergrund

Im folgenden Kapitel werden die für diese Arbeit relevanten Begriffe und Konzepte erläutert. Außerdem werden bisherige Forschungsergebnisse zusammengefasst.

2.1 Einteilung der Kohlenhydrate

Kohlenhydrate lassen sich anhand der Anzahl ihrer verknüpften Monosaccharide klassifizieren (zitiert nach Biesalski, 2018, S.96). Monosaccharide bilden die kleinsten Einheiten, zu denen Glucose, Fructose und Galaktose zählen (zitiert nach Biesalski, 2018, S.98). Fructose weist unter den natürlichen Zuckern die höchste Süßkraft auf (zitiert nach Biesalski, 2018, S.106). Werden zwei Monosaccharide verknüpft, entstehen Disaccharide, wie z.B. der Haushaltszucker Saccharose (Glucose und Fructose), der Milchzucker Laktose (Galaktose und Glucose) oder die Maltose (Glucose und Glucose) (zitiert nach Biesalski, 2018, S.98 f.). Oligosaccharide setzen sich aus drei bis neun Monosacchariden zusammen und sind teilweise vom Menschen nicht verdaulich (zitiert nach Biesalski, 2018, S.99). Ein Beispiel für ein nicht verdauliches Kohlenhydrat ist die Melezitose aus zwei Glucoseeinheiten und einer Fructoseeinheit, die hauptsächlich in Honigtau Honigen vorkommt (zitiert nach Hononiczky, Morris & Rae, 2012; zitiert nach Zander et al., 1975, S.89). Polysaccharide sind aus über 10 Zuckereinheiten aufgebaut, wobei Glucose den Grundbaustein natürlich vorkommender Polysaccharide bildet (zitiert nach Biesalski, 2018, S.96 f.). Ein wichtiges Polysaccharid für den menschlichen Organismus ist das Speicherkohlenhydrat Glykogen (zitiert nach Biesalski, 2018, S.100).

2.2 Der Kohlenhydratstoffwechsel

Kohlenhydrate dienen dem menschlichen Organismus als Energielieferant und -speicher (zitiert nach Biesalski, 2018, S.97). Da die Darmschleimhaut nur Monosaccharide aufnehmen kann, müssen Di-, Oligo- und Polysaccharide zunächst enzymatisch aufgespalten werden (zitiert nach Biesalski, 2018, S.102). Die Verdauung beginnt im Mundraum durch das Enzym Amylase im Speichel und wird im Dünndarm durch Amylase aus dem Pankreassaft fortgesetzt, wobei Oligo- und Disaccharide entstehen (zitiert nach Biesalski, 2018, S.103). Diese werden in der Bürstensaummembran des Dünndarms durch Enzyme wie z.B. Maltase, Laktase oder Saccharase zu Monosacchariden gespalten (zitiert nach Biesalski, 2018, S.103). Unverdauliche Oligosaccharide sind resistent gegenüber der Amylase und den Enzymen in der Darmschleimhaut, weshalb sie in den Dickdarm gelangen und dort von den Bifidobakterien verstoffwechselt werden (zitiert nach Biesalski, 2018, S.99). Die Aufnahme von Glucose in die Darmzellen erfolgt über einen sekundäraktiven Transportmechanismus mittels eines Natrium-Glucose-Cotransporters, wobei Glucose und Galaktose konkurrierend aus dem Darmlumen

aufgenommen werden (zitiert nach Biesalski, 2018, S.103 f.). Fructose wird hingegen über erleichterte Diffusion entlang ihres Konzentrationsgefälles über den GLUT5-Transporter in die Darmzellen aufgenommen (zitiert nach Biesalski, 2018, S.107). Dieser Transportweg ist begrenzt, wodurch große Mengen oral zugeführter Fructose zur Überlastung der Transportkapazität und zur Malabsorption führen (zitiert nach Biesalski, 2018, S.107). Der Transport der Monosaccharide von den Darmzellen ins Blut erfolgt vorwiegend passiv über den GLUT2-Transporter (zitiert nach Biesalski, 2018, S.104).

Nach der Aufnahme von Glucose ins Blut kommt es zu einem Anstieg des Blutzuckerspiegels (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 110). Infolgedessen wird das blutzuckersenkende Hormon Insulin ausgeschüttet, wodurch die Aufnahme von Glucose in das Muskel- und Fettgewebe stimuliert wird (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 104). Die in das Blut aufgenommene Glucose wird über die Glykolyse abgebaut sowie im Citratzyklus und der Atmungskette zur Energiegewinnung genutzt (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 104). Überschüssige Glucose, die nicht direkt zu Energie verarbeitet wird, wird in Form von Glykogen in der Leber und den Muskelzellen gespeichert (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 104). Sinkt der Blutzuckerspiegel im weiteren Verlauf, wird Glukagon als Gegenspieler des Insulins ausgeschüttet, wodurch der Abbau von Glykogen in der Leber aktiviert wird (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 106). Im Gegensatz zu Glucose werden Galaktose und Fructose zunächst insulinunabhängig verstoffwechselt, weshalb Fructose Diabetikern früher als Süßungsmittel empfohlen wurde (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 107 f.). Die Verstoffwechselung erfolgt in der Leber, wo die beiden Zucker phosphoryliert und anschließend in die Glykolyse eingeschleust werden können (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 107). Bei der Fructose ist jedoch die Nutzung der Abbauprodukte für die Lipidsynthese bedeutender (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 107). In der wissenschaftlichen Literatur wird eine Verbindung zwischen einem hohen Fructosekonsum und der Entstehung von erhöhten Blutfettwerten sowie einer Fettleber diskutiert (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 107). Vor diesem Hintergrund wird ein übermäßiger Verzehr heute nicht mehr empfohlen (zitiert nach Biesalski, 2018, S. 107).

2.3 Blutzucker in Verbindung mit Krankheiten

Die Aufrechterhaltung einer stabilen Blutzuckerhomöostase spielt eine zentrale Rolle für die Erhaltung der Gesundheit (zitiert nach Belli et al., 2023). Sowohl dauerhaft erhöhte Nüchternblutzucker- und HbA1c-Werte, ein Maß für den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel der letzten 2 bis 3 Monate, als auch ausgeprägte postprandiale Blutzuckerspitzen für sich genommen können Prozesse im Körper aktivieren, die zur Entstehung von Krankheiten beitragen (zitiert nach Brand-Miller et al., 2007). Zu den Erkrankungen zählen insbesondere Adipositas, Diabetes mellitus Typ 2, Fettstoffwechselstörungen, koronare Herzerkrankungen sowie bestimmte Krebsarten (zitiert nach Bechthold, 2011, S.15). Eine Ernährungsweise, die postprandiale Blutzuckeranstiege durch den Verzehr niedrig

glykämischer Lebensmittel begrenzt, kann die metabolische Gesundheit hingegen positiv beeinflussen, sofern sie langfristig umgesetzt wird (zitiert nach Ni et al., 2022).

2.4 Glykämischer Index

Der glykämische Index (GI) beschreibt, das Ausmaß, in dem verzehrte Kohlenhydrate den postprandialen Blutzuckerspiegel beeinflussen (zitiert nach Strohm, 2013). Hierzu wird der Blutzuckeranstieg nach Aufnahme von 50 g verwertbaren Kohlenhydraten aus einem Lebensmittel mit 50 g Kohlenhydraten aus einer Referenzsubstanz verglichen (zitiert nach Strohm, 2013). Der GI wurde Anfang der 1980er Jahre entwickelt, um eine bessere Grundlage für die Ernährungsempfehlungen für Diabetiker zu schaffen (Jenkins et al., 1981).

2.4.1 Klassifizierung

Lebensmittel mit einem hohen glykämischen Index sorgen für stärkere Schwankungen des Blutzuckerspiegels als Lebensmittel mit einem niedrigen GI, die den Blutzuckeranstieg geringer ausfallen lassen, beispielsweise durch eine verlangsamte Kohlenhydratabsorption (zitiert nach ISO, 2010). Zur Einordnung der GI-Werte wird ein dreistufiges Klassifizierungssystem verwendet. Werte bis einschließlich 55 gelten als niedriger GI, Werte von 56 bis 69 als mittlerer GI und Werte ab einschließlich 70 als hoher GI (zitiert nach Augustin et al., 2015).

2.4.2 Messung und Berechnung

Um die Bestimmung des GIs zu standardisieren, veröffentlichte die International Organization for Standardization (ISO) eine internationale Norm, die vergleichbare GI-Werte ermöglicht und die Bedingungen für deren Erhebung festlegt (zitiert nach ISO, 2010).

Für die Messung der Blutzuckerreaktion werden ausschließlich gesunde Probanden ausgewählt (zitiert nach Atkinson et al., 2021). Zu den wichtigsten Ausschlusskriterien zählen entzündliche oder Stoffwechselerkrankungen, die Einnahme von Medikamenten mit Einfluss auf den Kohlenhydratstoffwechsel, spezielle Diäten und Nahrungsmittelallergien (Wolever et al., 2019). Es müssen mindestens 10 Probanden im Alter von 18 bis 65 Jahren untersucht werden (zitiert nach Atkinson et al., 2021). Ein Ausreißer darf für die GI-Bestimmung ausgeschlossen werden (zitiert nach ISO, 2010). Es wird die gleiche Menge an verfügbaren Kohlenhydraten verglichen (zitiert nach Strohm, 2013). Diese werden definiert als Kohlenhydrate, die resorbiert werden und den Blutzuckerspiegel erhöhen können (zitiert nach ISO, 2010). Standardmäßig werden Portionen, die 50 g verfügbare

Kohlenhydrate enthalten, verabreicht (zitiert nach ISO, 2010). Ist eine Portion mit 50 g verfügbaren Kohlenhydraten unangemessen groß, wird eine Portion mit 25 g verfügbaren Kohlenhydraten gewählt (zitiert nach ISO, 2010). Als Referenzsubstanz wird entweder Glucose oder Weißbrot verwendet (zitiert nach Strohm, 2013). Die Test- und Referenzsubstanzen werden entweder in 250 Milliliter Wasser aufgelöst oder mit dieser Wassermenge verzehrt (Wolever et al., 2019). Das Referenznahrungsmittel sollte dreimal an jeweils verschiedenen Tagen eingenommen werden (Wolever et al., 2019). Vor jeder Messung ist eine Fastenperiode von mindestens 10 Stunden über Nacht einzuhalten (Wolever et al., 2019). Die Blutzuckermessungen sind festgelegt auf 0, 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme (zitiert nach Atkinson et al., 2021; zitiert nach ISO, 2010). Die ISO-Norm empfiehlt die Messung des Glucosespiegels im Kapillarblut, da sie präziser ist und weniger Variationen zeigt als andere Messmethoden wie z.B. kontinuierliche Glucosemonitorings (zitiert nach Flavel, 2021).

Zur Berechnung des GIs wird zunächst die inkrementelle Fläche unter der Blutzuckerreaktionskurve (IAUC) berechnet (zitiert nach ISO, 2010). Der GI beschreibt die IAUC des Testlebensmittels als Prozentsatz der durchschnittlichen, individuellen IAUC der Referenzsubstanz, die von derselben Person bei einer anderen Gelegenheit eingenommen wurde (zitiert nach ISO, 2010). Folgende Formel gilt für den GI:

$$GI = \frac{\text{Testlebensmittel IAUC}}{\text{Referenzmittel IAUC}} * 100 \text{ (Palomo-de León et al., 2023)}$$

2.4.3 Einflussfaktoren auf den GI

Der GI wird nicht allein durch die Menge und Art der im Lebensmittel enthaltenen Kohlenhydrate bestimmt. Fructose weist eine niedrigere glykämische Wirkung als Glucose auf, doch weitere Faktoren beeinflussen die glykämische Antwort (zitiert nach Strohm, 2013). Dazu zählt die Zusammensetzung der Stärke (zitiert nach Strohm, 2013). Beispielsweise sorgt Amylose für einen geringeren Anstieg des Blutzuckerspiegels (zitiert nach Strohm, 2013). Auch der Verarbeitungsgrad und die technologische Bearbeitung spielen eine Rolle. So führt Erhitzung über 100 Grad zu einem höheren GI (zitiert nach Strohm, 2013). Zudem können Enzyminhibitoren wie α -Amylase Hemmer sowie Lektine, Phytate, Tannine oder Saponine die Verdauung verlangsamen und für einen niedrigeren GI sorgen (zitiert nach Strohm, 2013). Darüber hinaus könnten phenolische und antioxidative Inhaltsstoffe den Stoffwechsel und damit die glykämische Reaktion akut oder langfristig beeinflussen (zitiert nach Akhbari et al., 2021). Kombiniert man ein Lebensmittel mit einem hohen GI mit weiteren energieliefernden Nährstoffen wie z.B. Fett, steigt der Blutzucker ebenfalls milder an (zitiert nach Strohm, 2013).

2.4.4 Abgrenzung zur glykämischen Last

Der GI gibt an, wie sich die Zufuhr einer definierten Menge an Kohlenhydraten auf den Blutzuckerspiegel auswirkt. Um die glykämische Antwort einer Mahlzeit bewerten zu können, ist jedoch die tatsächlich zugeführte Menge relevant (zitiert nach Strohm, 2013). Aus diesem Grund wurde 1997 das Konzept der glykämischen Last entwickelt (zitiert nach Strohm, 2013). Die glykämische Last beschreibt das Produkt des GI und der verwertbaren Kohlenhydratmenge in Gramm pro Portion eines Lebensmittels, dividiert durch 100 (zitiert nach Strohm, 2013).

2.5 Honig

Honig ist ein natürliches Produkt, das traditionell als Süßungsmittel verwendet wird (zitiert nach Seraglio et al., 2019). Er wird von Honigbienen (*Apis mellifera*) hergestellt, die Blütennektar oder Honigtau mit körpereigenen Substanzen vermischen und ihn anschließend zum Reifen in Waben einlagern (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022). Honigtau stammt aus den Ausscheidungen lebender Pflanzenteile oder pflanzensaugender Insekten. Da Honig international gehandelt und vielseitig verwendet wird, wurde zur Gewährleistung der Produktsicherheit ein Codex-Standard etabliert (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022).

2.5.1 Sortenvielfalt der Honige

Honig wird in die zwei Hauptkategorien Blütenhonig und Honigtauhonig eingeteilt (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022). Weltweit sind mehr als 300 verschiedene Blütenhonige wie z.B. Raps- oder KleeHonig erhältlich (zitiert nach Akhbari et al., 2021). Typische Honigtauhonige in Europa stammen von den Bäumen Tanne, Eiche oder Pinie (zitiert nach Bogdanov, 2009). Außerdem werden Honige nach ihrem botanischen Ursprung kategorisiert (Jasicka-Misiak, Makowicz & Stanek, 2018). So wird unterteilt in monoflorale Honige, wenn der Honig von einer Blüte oder einem Honigtau hergestellt wurde oder multiflorale Honige, wenn er aus mehr als einer Pflanzenart hergestellt wurde (Jasicka-Misiak, Makowicz & Stanek, 2018).

2.5.2 Zuckerzusammensetzung des Honigs

Honig weist eine komplexe Zusammensetzung auf und enthält über 180 Inhaltsstoffe (zitiert nach Nguyen et al., 2019). Etwa 80 % seiner Masse bestehen aus Zuckern, vorwiegend Fructose und Glucose. Die im Nektar oder Honigtau enthaltene Saccharose wird durch die von den Bienen sezernierte Invertase in diese beiden Monosaccharide gespalten (zitiert nach Biesalski, 2018, S.112). Gemäß des

Codex Standards für Honig liegt der Anteil an Monosacchariden in Blütenhonig bei über 60 g pro 100 g, während er in Honigtauhonig über 45 g pro 100 g beträgt (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022; Deibert et al., 2010). Aus den Mengen der Monosaccharide lässt sich das Fructose-Glucose-Verhältnis des Honigs bestimmen (zitiert nach Gleiter, Horn & Isengrad, 2006). Der verbleibende Saccharosegehalt sollte im reifen Honig bei unter 5 g pro 100 g liegen (zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022). Aufgrund des hohen Fructosegehaltes hat Honig eine 1,25-1,5-fach höhere Süßkraft als reine Saccharose (zitiert nach Biesalski; 2018, S. 112).

Neben den Hauptzuckern enthält Honig über 45 Di-, Tri-, Oligo- und Polysaccharide wie z.B. Maltose, Saccharose, Trehalose, Isomaltose, Lactose, Raffinose, Erlöse und Melezitose, die etwa 5-10% der Gesamtzucker ausmachen (Lazaridou et al., 2004; Ouchemoukh et al., 2010; Ruiz-Matute, 2010). Die Invertase der Bienen besitzt neben ihrer spaltenden Aktivität eine Transglucosylierungsaktivität, durch die Monosaccharide zu Di-, Tri- und Tetrasacchariden verknüpft werden (White & Maher, 1953). Zusätzlich entsteht ein Teil der Oligosaccharide durch mikrobielle Aktivität und enzymatische Reaktionen im Darmtrakt honigtauproduzierender Insekten, weshalb Honigtauhonige mehr Oligosaccharide als Blütenhonige enthalten (zitiert nach Kolayli et al., 2012).

Honig enthält darüber hinaus organische Säuren, Enzyme, Proteine, Aminosäuren, Mineralstoffe, Vitamine und bioaktive Substanzen (zitiert nach Ahmed et al., 2023, S.768; zitiert nach Codex Alimentarius Commission, 2022). Im Vergleich zu Blütenhonigen haben Honigtauhonige meist einen höheren Gehalt an bioaktiven Substanzen, Phenolen, Proteinen und Aminosäuren (Bertoncelj et al., 2007; Can et al., 2015; Escuredo et al., 2013).

Die Zusammensetzung sowie die sensorischen Eigenschaften von Honig werden durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die Techniken des Imkers, die spezifische Blüten- oder Honigtauquelle, das Bienenvolk, die klimatischen Bedingungen, der Boden sowie die Verarbeitung, Verpackung und Lagerdauer (Alqarni et al., 2014; Escuredo et al., 2014; Tornuk et al., 2013).

2.5.3 Honig und seine glykämische Wirkung

Die glykämische Wirkung von Honig wird sowohl hinsichtlich der akuten Blutzuckerreaktion als auch in Bezug auf die Langzeitwirkungen kontrovers diskutiert: Eine Review aus dem Jahr 2023 deutet darauf hin, dass Honig die akute Blutzuckerreaktion weniger stark ansteigen lässt als Haushaltszucker (zitiert nach Palma-Morales, Huertas & Rodríguez-Pérez, 2023). Die internationale Tabelle der glykämischen Indizes ist eine systematisch erstellte Liste, die einen GI für jedes Lebensmittel angibt (zitiert nach Atkinson et al., 2021). Sie ist in zwei Tabellen unterteilt. Dabei berücksichtigt die erste Tabelle ausschließlich Daten von Studien, die auf den Vorgaben der ISO-Norm basieren, während die zweite Tabelle Daten enthält, die auf weniger robusten Methoden beruhen (zitiert

nach Atkinson et al., 2021). Die berichteten GI-Werte für verschiedene Honigsorten variieren in den methodisch strengeren Studien zwischen 35 und 74 und in den weniger standardisierten Untersuchungen zwischen 32 und 101 (zitiert nach Atkinson et al., 2021). Für einige Honigsorten werden GI-Werte angegeben, die unterhalb des in der ersten Tabelle ausgewiesenen GI-Wertes von 66 für Haushaltszucker liegen (zitiert nach Atkinson et al., 2021).

Die Unterschiede der GI-Werte lassen sich möglicherweise durch die Zuckerzusammensetzung der Honige erklären. In einer Review aus dem Jahr 2021 stellen die Autoren die These auf, dass das Fructose-Glucose-Verhältnis der Honigsorten einen Einfluss auf die akute glykämische Reaktion und somit auf den GI hat (zitiert nach Akhbari et al., 2021). Sie halten zudem fest, dass die zugrunde liegenden Mechanismen, über die Honig den Stoffwechsel akut und langfristig beeinflusst, bislang nicht abschließend geklärt sind und weiterer Forschungsbedarf besteht (zitiert nach Akhbari et al., 2021). Ein Übersichtsartikel aus dem Jahr 2011, veröffentlicht in einer Vereinszeitschrift, fasst Studien zur akuten Blutzuckerreaktion nach dem Verzehr von Honig und Zucker zusammen und weist darauf hin, dass insbesondere der Fructosegehalt des Honigs den GI beeinflusst (zitiert nach Walther & Kast, 2011). Demnach weisen Honigsorten mit einem höheren Fructosegehalt einen niedrigeren GI auf (zitiert nach Walther & Kast, 2011).

3. Methodik

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer systematischen Literaturrecherche, die sich an den PRISMA-Richtlinien 2020 orientiert (Page et al., 2021). Ziel war es, Literatur zu identifizieren und zusammenzufassen, um die Fragestellung „Wie beeinflusst die Zuckerzusammensetzung verschiedener Honigsorten ihre glykämischen Indizes?“ zu beantworten. Die Auswahl der Literatur erfolgte anhand eines strukturierten Vorgehens, das im folgenden Kapitel detailliert beschrieben wird. Die Literatursuche wurde am 01.11.2025 in der Datenbank PubMed und am 02.11.2025 in der Datenbank ScienceDirect unter Verwendung festgelegter Suchbegriffe durchgeführt. Berücksichtigt wurde Primärliteratur, die den glykämischen Index und die Zuckerzusammensetzung verschiedener Honigsorten bestimmt. Mithilfe von definierten Ein- und Ausschlusskriterien wurden die Suchergebnisse auf ihre Eignung geprüft. Zur Veranschaulichung des Auswahlprozesses wurde ein PRISMA-Flowchart erstellt. Die eingeschlossenen Studien wurden anschließend mithilfe einer selbstentwickelten Checkliste nach ihrer Qualität bewertet. Nachdem die Ergebnisse im Ergebniskapitel deskriptiv vorgestellt wurden, wurde eine PICOR-Tabelle zur Übersicht erstellt. Zum Schluss wurden die Ergebnisse im Diskussionskapitel diskutiert und eingeordnet, um die Forschungsfrage beantworten zu können.

3.1 Auswahl der Datenbanken

Aufgrund der zeitlichen Begrenzung dieser Arbeit wurden zwei Datenbanken für die systematische Suche ausgewählt. Zuerst wurde die Datenbank PubMed verwendet. Seit 1996 stellt sie biomedizinische Literatur online zur Verfügung, mit dem Ziel, die globale Gesundheit zu stärken (zitiert nach National Library of Medicine, 2025). Die Inhalte umfassen die Humanernährung und Lebensmittelchemie, weshalb die Datenbank für das vorliegende Thema geeignet ist (zitiert nach National Library of Medicine, 2025). Außerdem wurde die Datenbank ScienceDirect durchsucht. Sie beinhaltet ein breites Spektrum an peer-reviewter Literatur aus den Natur-, Lebens- und Gesundheitswissenschaften und deckt somit medizinische und lebensmittelbezogene Themen ab (zitiert nach Elsevier, 2025).

3.2 Findung der Schlagworte

Die Fragestellung „Wie beeinflusst die Zusammensetzung der Zucker verschiedener Honigsorten ihre glykämischen Indizes?“ wurde in ihre drei Kernkomponenten unterteilt: Zuckerzusammensetzung, Honigsorten und glykämischer Index. Da die Recherche in internationalen Datenbanken erfolgte, wurden die wichtigsten deutschen Schlagworte auf Englisch übersetzt (siehe Tabelle 1). Die Synonyme der Schlagworte wurden auf drei Wegen ermittelt. Für die Suche in PubMed wurden die Schlagworte in das Schlagwortregister „MeSH“ (Medical Subject Headings) eingegeben, um die übergreifenden Suchbegriffe und deren Synonyme für den Suchstring zu finden (zitiert nach National Library of Medicine, o. J.). Das Schlagwortregister wird von der National Library of Medicine herausgegeben. Es kategorisiert Literatur unter standardisierten Begriffen und wird jährlich aktualisiert (zitiert nach ZB MED – Informationszentrum Lebenswissenschaften, o. J.). Außerdem wurden die Keywords relevanter Literatur analysiert, um weitere häufig verwendete Begriffe zu finden. Schließlich wurden gebräuchliche Sprachvarianten sowie Abkürzungen berücksichtigt.

Tabelle 1: Schlagworte und deren Synonyme für die Suchstrategie

Schlagwort	Englische Übersetzung	MeSH-Begriff	Synonyme
Honig/Honigsorten	honey / types of honey	honey	honey varieties, natural honey, bee honey, raw honey, floral honey, monofloral honey
Glykämischer Index	glycemic index	glycemic index	glycaemic index (britisch), GI

Zuckerzusammensetzung	sugar composition	/	sugar content, sugar profile, carbohydrate composition, glucose, fructose, sucrose, honey analysis, honey classification, fructose analysis
-----------------------	-------------------	---	---

3.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Um die Literatur zu selektieren, wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt (siehe Tabelle 2). Die Suche konzentrierte sich bewusst auf Primärstudien, in denen der GI und die Zuckerzusammensetzung experimentell bestimmt wurden, und nicht auf Studien, die bereits erhobene Daten vergleichen. Diese Entscheidung beruht darauf, dass der GI von der verwendeten Methodik beeinflusst werden kann, was in dieser Arbeit berücksichtigt werden sollte. Wissenschaftliche Arbeiten werden nach einem Evidenzgrad klassifiziert, der Auskunft über die Qualität der Arbeit gibt. Es gibt verschiedene Evidenzgrade, wobei der höchste als „Ia“ und der niedrigste als „IV“ bezeichnet wird (zitiert nach Mehrholz, 2010). Randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) erreichen den höchsten Evidenzgrad „Ib“ für Primärliteratur, weshalb sie eingeschlossen wurden. Neben RCTs wurden aufgrund der begrenzten Datenlage kontrollierte klinische Studien mit einem niedrigeren Evidenzgrad von „IIa“ eingeschlossen. Einbezogen wurden Humanstudien mit gesunden Erwachsenen ab 18 Jahren, in denen die Blutzuckerreaktion nach Aufnahme der gleichen, definierten Menge an Honig und eines Referenzmittels gemessen wurde. Studien mit älteren Personen, erkrankten Probanden oder Kindern wurden ausgeschlossen, da der Stoffwechsel und somit die glykämische Reaktion je nach Alter und Gesundheitszustand variieren kann, was die Vergleichbarkeit einschränkt (zitiert nach Kalyani & Egan, 2013; Koletzko, 2013). Voraussetzung war eine orale Aufnahme und die Messung der akuten Blutzuckerreaktion innerhalb 2 Stunden nach der Aufnahme, auf deren Grundlage der GI berechnet wird. Zudem musste die Zuckerzusammensetzung der Honige untersucht werden und mögliche Einflussfaktoren der Zuckerzusammensetzung auf den GI mussten angegeben werden.

Tabelle 2: Einschluss- und Ausschlusskriterien für die Auswahl der Studien

Einschlusskriterium	Ausschlusskriterium
Primärstudie: RCT und kontrollierte klinische Studie	Übersichtsarbeit

Humanstudie	Tierstudie
Erwachsene im Alter von 18 Jahren bis 65 Jahren	Kinder unter 18 Jahren, Erwachsene über 65
Gesunde Erwachsene	Erkrankte Erwachsene
Aufnahme von Honig und Referenzmittel	Keine Aufnahme von Honig und Referenzmittel
Aufnahme verschiedener Honigsorten	Aufnahme von Honig, ohne Beschreibung der Sorte
Aufnahme von gleicher Menge an verfügbaren Kohlenhydraten	Aufnahme unterschiedlicher Mengen
Orale Aufnahme	Keine orale Aufnahme
Messung der akuten Blutzuckerreaktion innerhalb 2 Stunden nach Aufnahme	Keine Messung der akuten Blutzuckerreaktion innerhalb 2 Stunden nach Aufnahme
Berechnung des GIs	Keine Berechnung des GIs
Angabe der Zuckerzusammensetzung der Honigsorten	Keine Angabe der Zuckerzusammensetzung der Honigsorten
Angabe des Einflusses der Zuckerzusammensetzung auf den GI	Keine Angabe des Einflusses der Zuckerzusammensetzung auf den GI

3.4 Erstellung der Suchstrategie

Für die erste Suchanfrage in der Datenbank PubMed wurden die zwei zentralen Hauptschlagworte „honey“ und „glycemic index“ ausgewählt und mithilfe des Bool'schen Operators „AND“ kombiniert, um einen Überblick über die Datenlage zu erhalten (siehe Tabelle 3). Anschließend wurden die MeSH-Begriffe verwendet und die Synonyme der Hauptbegriffe wurden mit dem Bool'schen Operator „OR“ hinzugefügt, was zu 20 Treffern führte. Das dritte Hauptschlagwort „sugar composition“ wurde nicht in die Suchstrategie aufgenommen, da die Kombination aller drei Begriffe die Trefferzahl stark reduziert und bedeutsame Publikationen ausgeschlossen hätte. Zudem enthalten relevante Studien Informationen zur Zuckerzusammensetzung, ohne den Begriff als Schlagwort zu verwenden. Die Filterfunktion der Datenbank PubMed wurde bewusst nicht verwendet, um Literatur, die noch nicht vollständig indexiert ist, nicht auszuschließen. Erste Tests mit aktivierten Filtern führten zu einem Verlust relevanter Literatur, weshalb die Anwendung Ein- und Ausschlusskriterien manuell erfolgte. Lediglich der Sprachfilter wurde auf englische Sprache gesetzt, was die Trefferanzahl nicht reduzierte.

Tabelle 3: Suchstrategie in der Datenbank PubMed

Datum der Suche	Suchanfrage (Nr.)	Datenbank	Schlagworte und Bool'sche Operatoren	Angewendete Filter	Treffer
01.11.2025	1	PubMed	honey AND glyceemic index	/	81
01.11.2025	2	PubMed	(“honey”[MeSH] OR “honey varieties” OR “natural honey” OR “bee honey” OR “raw honey” OR “floral honey” OR “monofloral honey”) AND (“glyceemic index”[Mesh] OR “glycaemic index” OR “GI”)	/	20
01.11.2025	3	PubMed	“	Englisch	20

Die Literaturrecherche wurde durch eine Suche in der Datenbank ScienceDirect ergänzt. Um sich einen Überblick zu verschaffen, wurden zunächst die beiden Hauptschlagworte „honey“ und „glyceemic index“ verwendet, was zu 1676 Treffern führte (siehe Tabelle 4). Die Ergänzung von vier Synonymen mit dem Bool'sche Operator „OR“ reduzierte die Trefferanzahl auf 1045. Da maximal 8 Worte pro Suchanfrage verwendet werden dürfen, wurden die Synonyme der Tabelle 1 nicht vollständig beigefügt. Um die Trefferzahl dennoch weiter einzugrenzen, wurde das dritte Hauptschlagwort „sugar composition“ der Suchanfrage hinzugefügt, wodurch sich die Anzahl der Ergebnisse auf 72 reduzierte. Durch die Verwendung des Filters „research articles“ verblieben 34 Treffer. Im Gegensatz zu PubMed führte der Einsatz von Filtern in dieser Datenbank nicht zu einem Verlust relevanter Literatur.

Tabelle 4: Suchstrategie in der Datenbank ScienceDirect

Datum der Suche	Suchanfrage (Nr.)	Datenbank	Schlagworte und Bool'sche Operatoren	Angewendete Filter	Treffer
02.11.2025	1	ScienceDirect	honey AND glyceemic Index	/	1676
02.11.2025	2	ScienceDirect	(“honey” OR “honey varieties” OR “bee honey” OR “natural honey”) AND (“glyceemic index” OR “glycaemic index”)	/	1045

02.11.2025	3	ScienceDirect	(“honey” OR “honey varieties” OR “bee / honey” OR “natural honey”) AND (“glycemic index” OR “glycaemic index”) AND (“sugar composition” OR “carbohydrate composition”)		72
02.11.2025	4	ScienceDirect	“	research articles	34

3.5 Selektion der Studien

Durch die Suche wurden insgesamt 54 Treffer identifiziert. Nach der Prüfung auf Duplikate wurde eine Studie (Ischayek & Kern, 2010) aus den Ergebnissen der Datenbank ScienceDirect entfernt. Im anschließenden Titelscreening wurden 13 Treffer aus PubMed und 26 Treffer aus ScienceDirect aus verschiedenen Gründen (siehe Abbildung 1) aussortiert. Nach dem Lesen der 14 Abstracts wurden eine Studie aus PubMed und sieben Studien aus ScienceDirect ausgeschlossen. Die übrigen sechs Artikel wurden auf ihren Volltext geprüft, wovon zwei die Einschlusskriterien nicht erfüllten. Es handelte sich um die Studie von Robert & Ismail (2009), die die Zuckerzusammensetzung der Honige nicht untersuchen. Ebenso wurde die Studie von Palomo-de León et al. (2023) ausgeschlossen, da sie zwar die Zuckerzusammensetzungen analysieren, jedoch keine Aussage zum Einfluss auf den GI treffen.

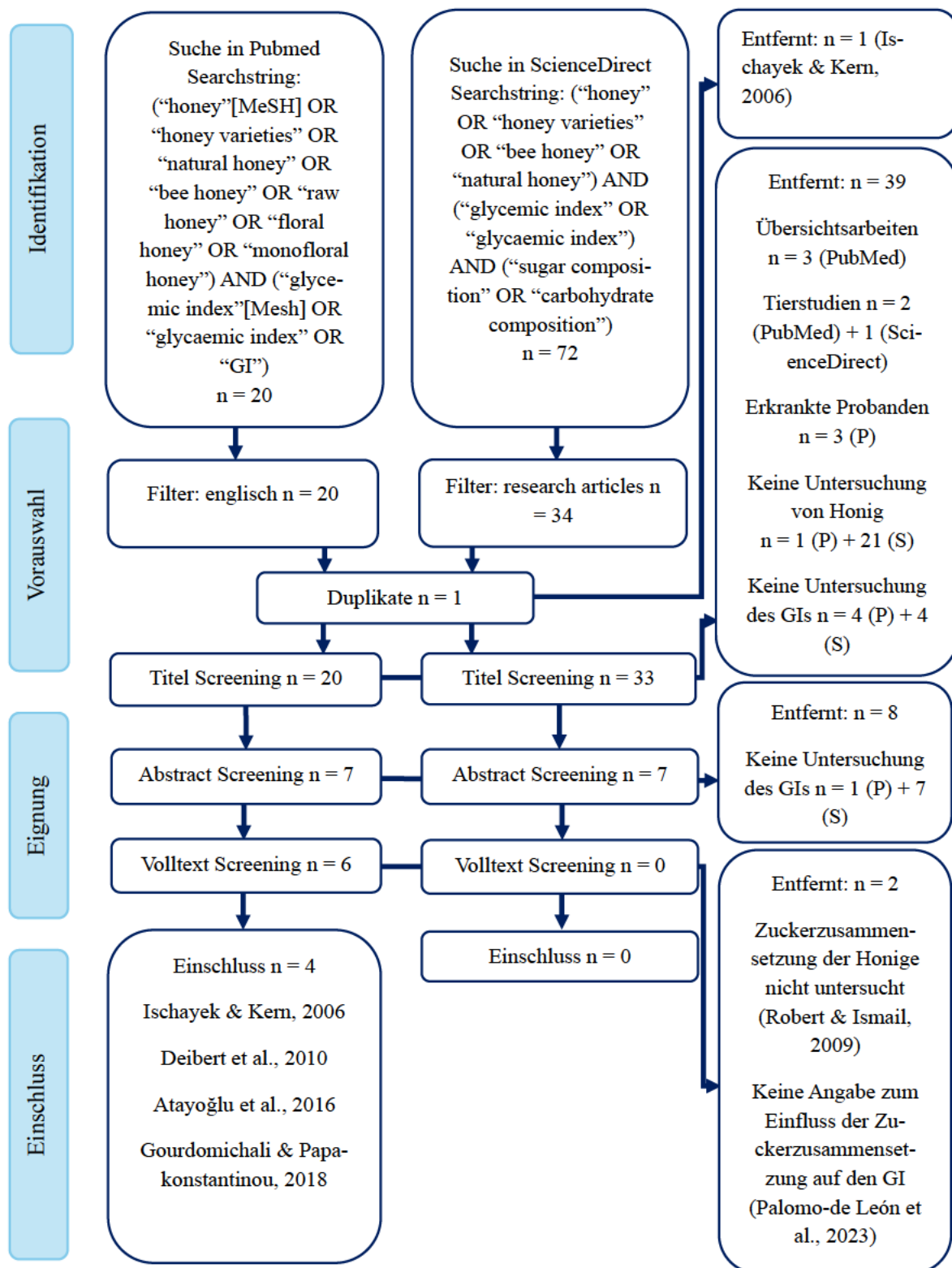


Abbildung 1: Systematische Literaturrecherche in den Datenbanken PubMed und ScienceDirect

3.6 Bewertung der Qualität der eingeschlossenen Studien

Da in dieser Arbeit aufgrund der begrenzten Datenlage neben RCTs kontrollierte klinische Studien eingeschlossen wurden, ist eine kritische Qualitätsbewertung erforderlich. Zudem wurden in den Ein- und Ausschlusskriterien nur wenige methodische Anforderungen für die GI-Bestimmung festgelegt, was die Notwendigkeit einer Qualitätsprüfung zusätzlich unterstreicht. Basierend auf der CONSORT-Checkliste (zitiert nach Hopewell, 2025) und den Vorgaben der ISO-Norm (zitiert nach ISO, 2010) zur Bestimmung des GIs wurde eine modifizierte Kriterienliste entwickelt, um die Qualität der Studien bewerten zu können. Aus der Liste geht hervor, welche methodischen Unterschiede in den Studien vorliegen, die im Diskussionskapitel weiter aufgegriffen werden. Die eingeschlossenen Studien wurden wie folgt nummeriert und in die Tabelle 5 eingetragen.

Tabelle 5: Nummerierung der eingeschlossenen Studien

Nummer	Studie
1	Ischayek & Kern (2006)
2	Deibert et al. (2010)
3	Atayoğlu et al. (2016)
4	Gourdomichali & Papakonstantinou (2018)

Die Bewertung der Studien anhand des entwickelten Bewertungstools zeigte, dass die beiden RCTs mit dem höchsten Grad der Evidenz 20 (Ischayek & Kern, 2006) und 22 (Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018) der Kriterien mit „Ja“ erfüllten. Die Studie von Deibert et al. (2010) erfüllte 12 Kriterien und die Studie von Atayoğlu et al. (2016) 13 der Kriterien. Demnach weisen die beiden RCTs eine höhere methodische Qualität auf als die kontrollierten klinischen Studien.

Tabelle 6: Kriterienliste zur Bewertung der Qualität der eingeschlossenen Studien

	Frage	Ja	Nein	Unklar
1.	Wurden die verwendeten lebensmittelchemischen Analysen berichtet?	1,3	2,4	
2.	Wurden die Zuckerzusammensetzungen hinreichend dargestellt?	1,2,4	3	
3.	Lag eine Randomisierung der Intervention vor?	1,4	2,3	
4.	Wurden erkrankte Personen ausgeschlossen?	1,2,3,4		
5.	Wurden Personen unter 18 und über 65 ausgeschlossen?	1,2,3,4		
6.	Wurden mindestens zehn Probanden eingeschlossen?	1,2,3,4		
7.	Wurden die Interventionen an verschiedenen Tagen durchgeführt?	1,2,3,4		

8.	Lag zwischen den Interventionen eine Auswaschphase von mindestens einer Woche?	3,4	2	1
9.	Wurde Glucose als Referenz verwendet?	1,2,3,4		
10.	Wurde die Referenz dreimal getestet?	1,4	2,3	
11.	Wurde 50 g als definierte Menge der Test- und Referenzmittel verwendet?	1,3,4	2	
12.	Wurden Bedingungen zum Verhalten am Vortag der Intervention festgelegt?	3,4	1,2	
13.	Wurde eine Fastenperiode von mindestens zehn Stunden eingehalten?	1,2,3,4		
14.	Wurden 250 Milliliter zu den Test- und Referenzmitteln verabreicht?	1,3,4		2
15.	Wurde angegeben, in welcher Zeit das Test- oder Referenzmittel verzehrt wurde?	1,4	2,3	
16.	Erfolgten die Blutentnahmen im Kapillarblut?	1,2,3,4		
17.	Wurde die Blutzuckerreaktion 15, 30, 45, 60, 90 und 120 nach der Aufnahme getestet?	1,2,3,4		
18.	Basierten die Berechnungen der IAUC auf der individuellen, mittleren IAUC desselben Probanden?	2,4		1,3
19.	Wurden Ausreißer der Datenmenge entfernt?	1,4		2,3
20.	Wurden die Daten statistisch geprüft?	1,2,4	3	
21.	Wurde die statistische Analyse verständlich beschrieben?	1,4	2,3	
22.	Wurden eingesetzte statistische Größen sinnvoll gewählt?	1,4	3	2
23.	Wurden Effektstärken zu den Hauptergebnissen angegeben?	1,2,4	3	

Eigene Darstellung modifiziert nach Hopewell, 2025 und ISO, 2010

4. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die vier eingeschlossenen Studien, die den glykämischen Index verschiedener Honigsorten und den Zusammenhang zur Zuckerzusammensetzungen untersuchen, vorgestellt. Zuerst wird die Methodik der Studien dargestellt und anschließend werden die Ergebnisse deskriptiv beschrieben. Am Ende des Kapitels werden die Studien in einer PICOR-Tabelle zusammengefasst.

4.1 Ischayek & Kern

Die erste Studie von Ischayek & Kern wurde im Jahr 2006 im *Journal of the American Dietetic Association* veröffentlicht. Sie wurde als randomisierte kontrollierte Studie (RCT) in Kalifornien durchgeführt. Ziel war es, vier verschiedene US-Honigsorten (Klee-, Tupelo-, Baumwoll- und Buchweizenhonig) hinsichtlich ihres glykämischen Verhaltens zu untersuchen, sowie festzustellen, ob das Fructose-Glucose-Verhältnis (F-G-Verhältnis) der Honige einen Einfluss auf den GI ausübt.

Zwölf gesunde Probanden im Alter von 25 ± 1.5 Jahren, darunter sechs Frauen und sechs Männer, erhielten nach einer zwölfstündigen Fastenperiode an verschiedenen Tagen in zufälliger Reihenfolge jeweils 50 g verfügbare Kohlenhydrate aus jeder Honigsorte sowie dreimal 50 g Glucoselösung in 250 Milliliter Wasser gelöst als Referenz. Die Test- und Referenzmittel wurden innerhalb von 10 Minuten verzehrt. Anschließend erfolgten Kapillarblutentnahmen aus der Fingerkuppe 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach dem Verzehr.

Anhand dieser Daten wurden glykämische Reaktionskurven erstellt, aus denen die GIs berechnet wurden, wobei Ausreißer entfernt wurden. Unterschiede im glykämischen Indexverhalten zwischen den Honigsorten wurden mithilfe einer Varianzanalyse ermittelt und bei Bedarf durch den Post-Hoc-Test nach Tukey ergänzt. Die Pearson-Produkt-Moment-Korrelationsanalyse wurde eingesetzt, um eine mögliche Korrelation zwischen dem Fructose-Glucose-Verhältnis und dem glykämischen Index zu untersuchen. Ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ wurde als statistisch relevant festgelegt.

Die glykämischen Indizes der US-Honigsorten liegen zwischen $69,2 \pm 8,1$ (Klee) und $74,1 \pm 8,2$ (Tupelo) (siehe Tabelle 7). Zwischen den einzelnen Sorten zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im GI ($F(3,42) = 0,093$; $p = 0,964$; $\eta^2 = 0,007$), sodass alle Honigsorten als hoch glykämisch klassifiziert werden. Das Fructose-Glucose-Verhältnis variiert zwischen 1,03 (Baumwolle) und 1,54 (Tupelo), während die Fructosegehalte zwischen 34,8 % (Klee) und 39,8 % (Tupelo) liegen. Zwischen dem Fructose-Glucose-Verhältnis der Honigsorten und ihrem jeweiligen glykämischen Index besteht kein Zusammenhang ($r = 0,031$, $p = 0,410$).

Tabelle 7: Zuckerzusammensetzungen und glykämische Indizes von US-Honigsorten

Studie	Honigs-orte	Kohlen-hydrate (g/100g)	Glucose (g/100g)	Fructose (g/100g)	Fruc-tose-Glucose-Ver-hältnis	Glykä-mischer Index	GI-Klassifi-kation
Ischayek & Kern, 2006	Klee	85,77	31,9	34,8	1,09	$69,2 \pm 8,1$	hoch

Ischayek & Kern, 2006	Tupelo	84,41	25,9	39,8	1,54	74,1 ± 8,2	hoch
Ischayek & Kern, 2006	Baumwolle	87,67	35,2	36,4	1,03	73,6 ± 6,6	hoch
Ischayek & Kern, 2006	Buchweizen	85,66	32,0	35,7	1,12	73,4 ± 6,4	hoch

Eigene Darstellung modifiziert nach: Ischayek & Kern, 2006

4.2 Deibert et al.

Im Jahr 2010 veröffentlichten Deibert et al. im *European Journal of Clinical Nutrition* eine kontrollierte klinische Studie, die die glykämischen Indizes acht verschiedener deutscher Honigsorten bestimmte und deren Zusammenhang mit der Zuckerzusammensetzung untersuchte. Dazu zählten erhitzter Linden-, Blumen-, Akazien-, Heide-, Edelkastanien-, nicht erhitzter Linden-, Raps- und Waldhonig.

Zehn gesunde Probanden, zwei Frauen und acht Männer, im Alter von $31,5 \pm 8,1$ Jahren, erhielten nach einer Fastenzeit von mindestens zehn Stunden 25 g verfügbare Kohlenhydrate von acht deutschen Honigsorten und 25 g Kohlenhydrate einer Glucosereferenz an verschiedenen Tagen innerhalb von zwei Wochen. Der Kapillarblutzucker wurde durch Fingerstichproben vor sowie 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach dem Verzehr gemessen. Der GI der Honige wurde berechnet, indem die IAUC jedes Testlebensmittels als Prozentsatz der individuellen IAUC der Referenzmenge angegeben wurde.

Die GI-Werte der deutschen Honigsorten liegen zwischen 49,2 (erhitzter Lindenhonig) und 88,6 (Waldhonig) (siehe Tabelle 8). Fünf der acht getesteten Honigsorten weisen einen niedrigen GI unter 55 auf. Raps- und nicht erhitzter Lindenhonig werden als mittel glykämisch eingestuft. Nur Waldhonig weist einen hohen GI über 70 auf. Der Fructosegehalt der Honigsorten variiert zwischen 31,1% (Wald) und 43,5 % (Akazie). Zwischen dem Fructosegehalt und dem glykämischen Index besteht eine signifikante negative Korrelation ($r = -0,851$; $p = 0,007$), was bedeutet, dass die Honige mit einem höheren Fructosegehalt einen niedrigeren GI aufweisen. Das Fructose-Glucose-Verhältnis der Honige liegt zwischen 0,97 (Raps) und 1,62 (Edelkastanie). Es zeigt keinen signifikanten Einfluss auf die glykämischen Eigenschaften der Honigsorten, ebenso wie die Summe der Kohlenhydrate. Die größte Variation der analysierten Kohlenhydrate verzeichnet sich im Melezitosegehalt. Im Gegensatz zu den anderen Sorten weist Waldhonig einen deutlich höheren Melezitosegehalt auf (10 g/100 g Honig), welcher signifikant für den hohen GI-Wert dieses Honigs verantwortlich ist ($p = 0,001$).

Tabelle 8: Zuckerzusammensetzungen und glykämische Indizes deutscher Honigsorten

Studie	Honigs- orte	Kohlen- hydrate (g/100g)	Fructose (g/100g)	Fructose- Glucose- Verhält- nis	Glykämi- scher In- dex	GI-Klas- sifikation
Deibert et al., 2010	Linden- honig (er- hitzt)	80,7	38,5	1,11	49,2	niedrig
Deibert et al., 2010	Blumen- honig	82,9	39,6	1,04	51,3	niedrig
Deibert et al., 2010	Akazien- honig	80,4	43,5	1,49	53,0	niedrig
Deibert et al., 2010	Heide- krauthonig	76,0	40,2	1,30	53,3	niedrig
Deibert et al., 2010	Edelkasta- tienhonig	75,6	39,6	1,62	53,4	niedrig
Deibert et al., 2010	Linden- honig (nicht er- hitzt)	76,6	37,0	1,11	55,9	mittel
Deibert et al., 2010	Rapshonig	79,0	37,9	0,97	64,0	mittel
Deibert et al., 2010	Wald- honig	75,8	31,1	1,17	88,6	hoch

Eigene Darstellung modifiziert nach: Deibert et al., 2010

4.3 Atayoğlu et al.

Im Jahr 2016 wurde im *Turkish Journal of Medical Sciences* eine kontrollierte klinische Studie von Atayoğlu et al. veröffentlicht. In dieser Studie wurde der glykämische Index von sechs verschiedenen türkischen Honigsorten (Zitrus-, Milchwicken-, Kastanien-, Thymian-, Limetten- und Kiefernhonig) untersucht.

An der Studie nahmen 20 gesunde Probanden mit einem Durchschnittsalter von $20,8 \pm 1,8$ Jahren teil, die in zwei Gruppen aufgeteilt wurden. Die Probanden wurden angewiesen, täglich 300 g Kohlenhydrate zu sich zu nehmen und am Tag vor der Testung übermäßige körperliche Betätigung zu

vermeiden. Nach einer zehn- bis zwölfstündigen Fastenperiode erhielt jeder Proband zweimal in verschiedenen Wochen 50 g Glucose als Referenzmittel mit 250 mL Wasser. 50 g verfügbare Kohlenhydrate aus den Honigsorten wurden ebenfalls in verschiedenen Wochen verabreicht. Die Blutproben aus den Kapillargefäßen des Fingers wurden 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme der Referenz- und Testnahrungsmittel entnommen.

Zunächst wurde mithilfe von Shapiro-Wilk-Tests geprüft, ob die Variablen einer Normalverteilung entsprechen. Da die GI-Werte der Honigsorten normalverteilt waren, wurden deskriptive Analysen mit Mittelwerten und Standardabweichungen durchgeführt. Mit zehn Personen pro Gruppe wurde eine Teststärke von 80 % erreicht, um Unterschiede der beiden Gruppen mit Signifikanztests nachweisen zu können. Die Zusammenhänge zwischen den GI-Werten und dem Glucosegehalt wurden mit Korrelationskoeffizienten untersucht. Die statistische Signifikanz wurde mit dem Pearson-Korrelationstest berechnet, wobei $p < 0,05$ als signifikant angesehen wurde.

Die GI-Werte der Honige liegen zwischen $44,9 \pm 15,0$ und $69,1 \pm 27,3$ (siehe Tabelle 9). Keiner der untersuchten Honige weist einen hohen GI-Wert auf. Während Zitrus- ($44,9 \pm 15,0$), Limetten- und Thymianhonig ($52,6 \pm 20,1$) in der Gruppe mit niedrigen GI-Werten liegen, liegen die GI-Werte der Honige von Milchwicke ($69,1 \pm 27,3$), Kastanie ($55,5 \pm 20,2$) und Kiefer ($58,8 \pm 27,0$) im mittleren Bereich. Der Zitrushonig weist mit 36,9 % den höchsten Gehalt an Fructose und zugleich den niedrigsten GI der untersuchten Honigsorten auf, was darauf hindeutet, dass ein höherer Fructosegehalt mit niedrigeren GI-Werten assoziiert ist.

Tabelle 9: Glykämische Indizes türkischer Honige und Fructosegehalt von Zitrushonig

Studie	Honigsorte	Fructose (g/100g)	Glykämischer Index	GI-Klassifikation
Atayoğlu et al., 2016	Zitrushonig	36,9	$44,9 \pm 15,0$	niedrig
Atayoğlu et al., 2016	Milchwickenhonig	/	$69,1 \pm 27,3$	mittel
Atayoğlu et al., 2016	Kastanienhonig	/	$55,5 \pm 20,2$	mittel
Atayoğlu et al., 2016	Thymianhonig	/	$52,6 \pm 20,1$	niedrig
Atayoğlu et al., 2016	Limettenhonig	/	$55,3 \pm 18,4$	niedrig
Atayoğlu et al., 2016	Kiefernhonig	/	$58,8 \pm 27,0$	mittel

Eigene Darstellung modifiziert nach Atayoğlu et al., 2016

4.4 Gourdomichali & Papakonstantinou

Gourdomichali und Papakonstantinou veröffentlichten im Jahr 2018 im *European Journal of Clinical Nutrition* eine randomisierte kontrollierte klinische Studie, in der die glykämischen Indizes sechs verschiedener griechischer Honigsorten (Zitrus-, Heidekraut-, Tannen-, Kiefern-, Kastanien- und Thymianhonig) untersucht wurden. Zudem wurde der Einfluss der Zuckerprofile der Honigsorten auf ihre GIs analysiert.

Elf Probanden im Alter von 18 bis 50 Jahren, darunter zwei Männer und neun Frauen, erhielten in zufälliger Reihenfolge nach einer zehn- bis vierzehnständigen Fastenzeit, sechsmal 50 g verfügbare Kohlenhydrate aus verschiedenen Honigsorten und dreimal eine Glucosereferenz mit 250 mL Wasser, jeweils in verschiedenen Wochen. Am Vortag sollte auf Alkohol und anstrengende körperliche Aktivität verzichtet werden. Die Lebensmittel wurden zu Zwecken der Verblindung in dunklen Pappbechern serviert und sollten innerhalb von maximal fünf bis zehn Minuten verzehrt werden. Zur Bestimmung des Blutzuckerspiegels wurden Kapillarblutproben aus den Fingerkuppen 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme entnommen.

Die Verteilung der Daten wurde mithilfe von Kerndichtediagrammen geprüft. Normalverteilte stetige Variablen wurden als Mittelwert inklusive Standardfehler des Mittelwerts angegeben, schiefverteilte Variablen als Median. Unterschiede in den Ausgangsvariablen wurden mittels ANOVA bei normalverteilten, Kruskal-Wallis-Test bei schiefverteilten, und χ^2 -Test bei kategorialen Daten analysiert. Der GI wurde aus dem Verhältnis der IAUC nach dem Verzehr jeder Honigsorte zur IAUC nach der Referenzmahlzeit für jeden Probanden individuell bestimmt. Abweichende GI-Werte wurden von der Analyse ausgeschlossen, für den Vergleich der glykämischen Reaktionen der Testmahlzeiten jedoch nicht. Zwischen den Behandlungen wurde eine ANOVA zur Auswertung der Blutzucker- und Speichelinsulinwerte durchgeführt. Post hoc-Vergleiche zwischen den Interventionen erfolgten mit Tukey-Test und Bonferroni-Korrektur. Für alle weiteren Parameter wurde eine einfaktorielle ANOVA mit denselben post hoc-Tests angewendet. Zusammenhänge zwischen GI und Eigenschaften des Honigs wurden mit dem Spearman-Korrelationskoeffizienten bestimmt. Die Studie war so konzipiert, dass sie eine Power von 80 % hatte, um einen klinischen Unterschied von 25 % in der IAUC zwischen den Test- und Referenzmahlzeiten nachzuweisen. Die statistische Signifikanz wurde bei $p \leq 0,05$ angenommen.

Die GIs der griechischen Honigsorten liegen zwischen 59,0 (Tanne) und 101,0 (Kiefer) (siehe Tabelle 10). Tannen- und Kastanienhonig werden als Honige mit mittlerem GI eingestuft, während Zitrus-, Heide-, Thymian- und Kiefernhonig als Honigsorten mit einem hohen GI eingestuft werden. Der Unterschied im GI zwischen den Honigsorten, insbesondere bei den Honigtau-honigen, kann zu 30 % durch das Verhältnis von Saccharose zu Oligosacchariden erklärt werden. Der GI korreliert signifikant negativ mit diesem Verhältnis ($\rho = -0,363$, $p = 0,001$), das heißt je höher der Anteil an

Saccharose im Verhältnis zu Oligosacchariden (S-O-Verhältnis), desto niedriger ist der GI. Auch der absolute Saccharosegehalt steht im negativen Zusammenhang mit dem GI ($\rho = -0,332$, $p = 0,003$), sodass Honige, die mehr Saccharose enthalten, einen niedrigeren GI-Wert aufweisen. Außerdem zeigt sich eine negative Korrelation zwischen dem GI und dem Fructosegehalt ($\rho = -0,280$, $p = 0,014$) sowie mit dem Fructose-Glucose-Verhältnis ($\rho = -0,275$, $p = 0,016$). Ein höherer Fructosegehalt, sowohl absolut als auch im Verhältnis zu Glucose, ist mit einem niedrigeren GI assoziiert.

Tabelle 10: Zuckerzusammensetzungen und glykämische Indizes griechischer Honigsorten

Studie	Honigsorte	Kohlenhydrate (g/100 g)	Saccharose (g/100 g)	Oligosaccharide (g/100 g)	Glucose (g/100 g)	Fructose (g/100 g)	Fructose-Glucose-Verhältnis	Glykämischer Index	GI-Klassifikation
Gourdoumichali & Papanikolaou, 2018	Zitrus-honig	80,5	1,8	9,5	31,3	38,9	1,2	81,0 ± 10,0	hoch
Gourdoumichali & Papanikolaou, 2018	Heidekrauthonig	78,0	3,1	9,5	30,2	34,8	1,2	75,0 ± 10,0	hoch
Gourdoumichali & Papanikolaou, 2018	Tannenhonig	78,5	1,2	21,0	24	32,1	1,3	59,0 ± 3,0	mittel
Gourdoumichali & Papanikolaou, 2018	Kiefern-honig	77,0	0,9	21,0	24,7	30,4	1,2	101,0 ± 9,0	hoch
Gourdoumichali & Papanikolaou, 2018	Kastanien-honig	78,0	1,5	9,5	29,5	37,6	1,3	66,0 ± 5,0	mittel

Gourdo- michali & Pa- pakonstan- tinou, 2018	Thy- mian- honig	74,5	0,5	9,5	26,9	37,4	1,4	85 ± 6	hoch
---	------------------------	------	-----	-----	------	------	-----	--------	------

Eigene Darstellung modifiziert nach Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018

Tabelle 11: Symbolverzeichnis der PICOR-Tabelle

Einfluss auf den GI	Symbol
Senkender Effekt bei höherem Gehalt	↓
Erhöhender Effekt bei höherem Gehalt	↑
Kein signifikanter Einfluss	-

Tabelle 12: PICOR-Tabelle der vier eingeschlossenen Studien

Study	Population	Intervention	Comparison	Outcome	Results
Ischayek & Kern (2006)	Zwölf gesunde Probanden im Alter von $25 \pm 1,5$ Jahren, sechs Frauen und sechs Männer	An verschiedenen Tagen wurden nach zwölfstündiger Fastenperiode 50 g verfügbare Kohlenhydrate aus vier US-Honigsorten in 250 mL Wasser gelöst in zehn Minuten aufgenommen. Anschließend erfolgten Kapillarblutentnahmen 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme. Es folgte eine statistische Absicherung der Daten.	Dreimal 50 g Glucose	GI-Werte Einfluss des F-G-Verhältnisses	- 69,2 - 74,1, keine signifikanten Unterschiede ($F(3,42) = 0,093$; $p = 0,964$; $\eta^2 = 0,007$) - kein signifikanter Einfluss des F-G-Verhältnisses ($r = 0,031$, $p = 0,410$)
Deibert et al. (2010)	Zehn gesunde Probanden im	An verschiedenen Tagen wurden innerhalb von zwei Wochen nach mindestens	Einmal 25 g Glucose	GI-Werte	49,2 - 88,6

	Alter von 31,5 ± 8,1 Jahren, zwei Frauen und acht Männer	zehnstündiger Fastenperiode 25 g verfügbare Kohlenhydrate aus acht deutschen Honigsorten aufgenommen. Anschließend erfolgten Kapillarblutentnahmen 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme. Es folgte eine statistische Absicherung der Daten.		Einfluss des F-G-Verhältnisses Einfluss des Gesamtkohlenhydratgehaltes, Einfluss des Fructosegehaltes Einfluss des Melezitosegehaltes	- kein signifikanter Einfluss des F-G-Verhältnisses - kein signifikanter Einfluss des Gesamtkohlenhydratgehaltes ↓ signifikanter Einfluss des Fructosegehaltes ($r = -0,851$; $p = 0,007$), ↑ signifikanter Einfluss des Melezitosegehaltes ($p = 0,001$)
Atayoğlu et al. (2016)	20 gesunde Probanden im Alter von 20,8 ± 1,8 Jahren	Vor der Testung sollte kein übermäßiger Sport betrieben und täglich 300 g Kohlenhydrate gegessen werden. In verschiedenen Wochen wurden nach zehn- bis zwölfstündiger Fastenperiode 50 g verfügbare Kohlenhydrate aus sechs türkischen Honigsorten mit 250 mL Wasser aufgenommen. Anschließend erfolgten Kapillarblutentnahmen 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme.	Zweimal 50 g Glucose	GI-Werte Einfluss des Fructosegehaltes	44,9 - 69,1 ↓ Hinweis auf Einfluss des Fructosegehaltes
Gourdo-michali &	Elf Probanden im Alter von	Ein Tag vor der Testung sollte kein Alkohol konsumiert und kein übermäßiger Sport	Dreimal 50 g Glucose	GI-Werte	59 – 101

Pa- pakonstan- tinou (2018)	18 bis 50 Jah- ren, zwei Männer und neun Frauen	betrieben werden. In verschiedenen Wochen wurden nach zehn- bis vierzehnstündiger Fas- tenperiode 50 g verfügbare Kohlenhydrate aus sechs griechischen Honigsorten mit 250 mL Wasser in fünf bis zehn Minuten aufgenom- men. Anschließend erfolgten Kapillarblutent- nahmen 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Aufnahme. Es folgte eine statistische Absicherung der Daten.		Einfluss des S-O- Verhältnisses	↓ ($\rho = -0,363$, $p = 0,001$) signifikanter Einfluss bei mehr S im Verhältnis zu O
				Einfluss des Sac- charosegehaltes	↓ signifikanter Einfluss des Saccharose- gehaltes ($\rho = -0,332$, $p = 0,003$)
				Einfluss des Fruc- tosegehaltes	↓ signifikanter Einfluss des Fructosege- haltes ($\rho = -0,280$, $p = 0,014$)
				Einfluss des F-G- Verhältnisses	↓ signifikanter Einfluss bei mehr F im Verhältnis zu G ($\rho = -0,275$, $p = 0,016$)

5. Diskussion

Das Ziel dieser systematischen Literaturrecherche war es, den glykämischen Index verschiedener Honigsorten zu evaluieren und zu prüfen, wie die Zuckerzusammensetzung dieser Honigsorten diesen beeinflusst. Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse und im Anschluss die in dieser Arbeit verwendete Methode einer systematischen Literaturrecherche diskutiert.

5.1 Diskussion der Ergebnisse

Insgesamt wurden vier Studien eingeschlossen, die den GI sowie den Einfluss der Zuckerzusammensetzung untersuchen. Zunächst werden die in den Studien berichteten glykämischen Indizes gegenübergestellt, da sie die Grundlage für die anschließende Erörterung der Einflussfaktoren bilden.

5.1.1 Vergleich der glykämischen Indizes der untersuchten Honigsorten

Die eingeschlossenen Studien zeigen eine Variabilität der glykämischen Indizes verschiedener Honigsorten. Es fällt auf, dass die gleichen botanischen Honigsorten in unterschiedlichen Studien abweichende glykämische Indizes aufweisen. Mehrere Unterschiede lassen sich zwischen der türkischen und der griechischen Studie finden. So wird Thymianhonig in der griechischen Studie mit einem GI von 85,6 bewertet (Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018), während die türkische Studie ihn mit einem GI von 52,6 als glykämisch niedrig einstuft (Atayoğlu et al., 2016). Ähnliche Abweichungen zeigen sich bei Zitrushonig (GI von 81 in Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018 und GI von 44,9 in Atayoğlu et al., 2016) und bei Kiefernhonig (GI von 58,8 in Atayoğlu et al., 2016 und GI von 101 in Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018). Auffällig ist, dass die türkische Studie stetig niedrigere GI-Werte erzielt. Ob diese Unterschiede auf Variationen in der Zuckerzusammensetzung zurückzuführen sind, lässt sich anhand der verfügbaren Daten nicht absehen, da Atayoğlu et al. keine Einsicht in das Zuckerprofil der türkischen Honige gewähren. Die türkische und griechische Studie zeigen jedoch methodischen Unterschiede, die hingegen einen Einfluss auf die verschiedenen GI-Werte haben könnten. Atayoğlu et al. testeten die Glucosereferenz nur zweimal im Gegensatz zu Gourdomichali & Papakonstantinou, die sie nach Vorgaben der ISO-Norm dreimal testeten. Zudem ist in der türkischen Studie unklar, ob die Berechnungen der IAUC auf der individuellen, mittleren IAUC desselben Probanden basierten, anstatt auf der durchschnittlichen IAUC aller Probanden.

Weitere Unterschiede zwischen den GI-Werten gleicher Honigsorten sind in der griechischen und deutschen Studie zu vermerken. So berichtet die griechische Studie für Kastanienhonig einen GI von 66 (Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018), die türkische Studie einen GI von 55,5 (Atayoğlu et

al., 2016) und die deutsche Studie einen GI-Wert von 53,4 (Deibert et al., 2010). Ein Vergleich der Zuckerprofile des deutschen und griechischen Kastanienhonigs zeigt, dass sich, trotz gleicher botanischer Herkunft, sowohl der Gesamtkohlenhydratgehalt (78 g in Deibert et al., 2010; 75,6 g in Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018) als auch der Fructosegehalt unterscheiden (39,6 g in Deibert et al., 2010; 37,6 g in Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018). Ob diese Abweichungen die Variation der GIs erklären, lässt sich anhand vorliegender Daten jedoch nicht beurteilen. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei Heidekrauthonig, der in der griechischen Studie mit einem GI von 75 (Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018) und in der deutschen Studie mit einem GI von 53,3 (Deibert et al., 2010) bewertet wird. Hier fallen ebenfalls Unterschiede in der Zuckerzusammensetzung auf. Während der Gesamtkohlenhydratgehalt um 2 g variiert, zeigen sich deutlichere Abweichungen im Fructosegehalt der Heidekrauthonige (40,2 g in Deibert et al., 2010; 34,8 g in Gourdomichali & Papakonstantinou, 2018), die zu den unterschiedlichen GIs beitragen könnten. Neben den Zuckerzusammensetzungen weisen die deutsche und griechische Studie methodische Abweichungen auf, die ebenfalls einen Einfluss auf den GI nehmen könnten. Dazu zählen, dass die deutschen Wissenschaftler Deibert et al. 25 g statt 50 g Glucosereferenz verwendeten und diese nur einmal statt dreimal testeten. Zudem gaben sie die Verzehrszeit nicht an. Die Probanden der griechischen Studie wurden zusätzlich einen Tag vor der Untersuchung angewiesen keinen Alkohol zu trinken oder übermäßigen Sport zu treiben, was in der deutschen Studie nicht explizit untersagt war.

Ein weiterer zentraler Punkt, der zu den Unterschieden der GIs der gleichen Honigsorten in den Studien beitragen könnte, sind die untersuchten Populationen. Jede Studie legte für ihre Population Ausschlusskriterien, insbesondere in Bezug auf Erkrankungen, fest, dennoch unterscheiden sich die Probanden hinsichtlich ihrer anthropometrischen Daten. Die gleiche Kohlenhydratmenge kann unterschiedlich ausgeprägte Blutzuckerreaktionen hervorrufen, da individuelle Faktoren wie Geschlecht, Muskelmasse und Körperzusammensetzung diese beeinflussen (Calvo-Malvar et al., 2025). So wurden in der griechischen Studie überwiegend Frauen untersucht und in der deutschen Studie überwiegend Männer, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt.

Die Diskrepanzen der GI-Werte gleicher Honigsorten zeigen, dass der glykämische Index einer Honigsorte nicht als feste Größe für Honig betrachtet werden kann, sondern dass er von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden kann. Ob die Ursache für die Abweichungen in der unterschiedlichen Methodik (siehe Tabelle 6), der Zuckerzusammensetzung oder weiteren Einflüssen liegt, ist anhand vorliegender Daten nicht vollständig beurteilbar. Die Zuckerzusammensetzung der Honige zeigt allerdings innerhalb der Studien folgende Einflüsse.

5.1.2 Einfluss der Zuckerprofile

Die hochwertige Studie von Ischayek & Kern (2006) zeigt, dass Unterschiede in der Zuckerzusammensetzung der untersuchten US-Honige keinen messbaren Einfluss auf ihre glykämischen Indizes haben. Entsprechend lassen sich in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede in den GI-Werten der Honigsorten feststellen. Ein möglicher Grund hierfür ist die geringe Anzahl der analysierten Honigsorten. Es wurden ausschließlich vier Blütenhonige untersucht, was die Aussagekraft weiter einschränkt, da Honigtau-honige nicht berücksichtigt wurden. Die Autoren führen die ähnlichen glykämischen Indexwerte auf den Glucosegehalt zurück, da Glucose einen großen Einfluss auf die glykämische Reaktion hat und sie das Hauptkohlenhydrat in den getesteten Honigsorten ist (Ischayek & Kern, 2006).

Die übrigen drei Studien stellen einen Einfluss des Fructosegehaltes auf den GI fest. Die aussagekräftige griechische Studie und die deutsche Studie zeigen signifikant negative Korrelationen zwischen Fructosegehalt und GI. Die türkische Studie liefert ebenfalls einen Hinweis auf diesen Zusammenhang, da die Honigsorte mit dem höchsten Fructosegehalt den niedrigsten GI aufweist. Es handelt sich allerdings um einen rein deskriptiven Zusammenhang, der nicht statistisch abgesichert ist. Die Ergebnisse unterstreichen die geringere glykämische Wirkung von Fructose im Vergleich zu Glucose durch ihre primär insulinunabhängige Verstoffwechselung. Sie decken sich mit der These von Walther & Kast, dass Honige mit einem höheren Fructoseanteil einen niedrigeren GI aufweisen.

Der Einfluss des Verhältnisses von Fructose zu Glucose wird in drei Studien thematisiert. Ischayek & Kern sowie Deibert et al. stellen keinen relevanten Einfluss des Fructose-Glucose-Verhältnisses auf den GI fest. Gourdomichali & Papakonstantinou (2018) zeigen mit ihrer methodisch hochwertigen Studie einen signifikant negativen Zusammenhang. Die Ergebnisse stützen die Annahme von Akhbari et al., dass das F-G-Verhältnis den GI beeinflusst, nur teilweise. Das F-G-Verhältnis stellt in zwei Studien keinen Einflussfaktor für den GI dar, weshalb der absolute Fructosegehalt eine größere Bedeutung für den glykämischen Index von Honig zu haben scheint.

Gourdomichali & Papakonstantinou halten in ihrer RCT fest, dass der Unterschied zwischen den GIs der Honigsorten zu 30 % durch ihr Verhältnis von Saccharose zu Oligosacchariden erklärt werden kann. Ein höherer Saccharosegehalt war, sowohl im Verhältnis zu Oligosacchariden als auch absolut, mit niedrigeren GI-Werten assoziiert. Ein möglicher Erklärungsansatz hierfür ist die Zusammensetzung der Saccharose. Da sie zu 50 % aus dem Monosaccharid Fructose besteht, von der eine geringere glykämische Wirkung ausgeht, könnte Saccharose den GI im Vergleich zu reiner Glucose tendenziell abschwächen. Oligosaccharide zeigen in der Studie keinen GI-senkenden Effekt. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von Deibert et al., die für Waldhonig berichten, dass ein hoher Gehalt des Trisaccharids Melezitose den GI erhöht. Obwohl Melezitose wie andere Oligosaccharide nur unvollständig verdaut werden kann, was theoretisch zu einer geringeren glykämischen Antwort

führen müsste, weisen die Daten in entgegengesetzte Richtung. Die zugrunde liegenden Mechanismen lassen sich aus den vorliegenden Studien nicht eindeutig ableiten. Aufgrund ihres höheren Oligosaccharidgehalts wäre theoretisch zu erwarten, dass Honigtau-honige insgesamt höhere GI-Werte aufweisen. Ein solcher Zusammenhang wurde jedoch mit Ausnahme der deutschen Studie nicht beobachtet.

Die deutsche Studie berichtet darüber hinaus, dass der Gesamtgehalt an Kohlenhydraten keinen Einfluss auf den GI hat. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme, dass nicht die Gesamtmenge der Kohlenhydrate, sondern primär deren spezifische Zuckerzusammensetzung die glykämische Antwort bestimmt. Da dieser Befund sich nicht in den übrigen Studien widerspiegelt und die deutsche Untersuchung eine geringere Aussagekraft aufweist, sollte eine Interpretation mit Vorsicht erfolgen.

5.1.3 Weitere mögliche Einflussfaktoren

Neben der Zuckerzusammensetzung könnten weitere Faktoren die glykämische Antwort beeinflussen. In der deutschen Studie weist der erhitzte Lindenhonig einen geringeren GI als die nicht erhitzte Variante auf. Dies widerspricht der bekannten Datenlage, dass eine Erhitzung über 100 Grad zu einem höheren GI führt (Strohm, 2013). Allerdings wird nicht angegeben, bei welchen Temperaturen der Lindenhonig erhitzt wurde, was eine Interpretation des Ergebnisses erschwert. Weitere Einflüsse, beispielsweise durch die Techniken des Imkers oder durch die übrigen Inhaltsstoffe des Honigs wie die phenolischen oder antioxidativen Komponenten, können anhand der vorliegenden Daten nicht beurteilt werden, könnten jedoch ebenfalls eine Rolle spielen.

5.1.4 Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit leisten einen Beitrag zum Verständnis der unterschiedlichen glykämischen Wirkungen verschiedener Honigsorten und bilden damit eine Grundlage für die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen von Honig. Für eine umfassende gesundheitliche Einordnung sind jedoch weitere Parameter, wie die Folgen eines erhöhten Fructosekonsums sowie die Rolle antioxidativer und bioaktiver Inhaltsstoffe im Honig, zu berücksichtigen. Darüber hinaus erscheint bei der Bewertung von Süßungsmitteln die Berücksichtigung der glykämischen Last sinnvoll. Aufgrund der hohen Süßkraft von Honig könnten im Alltag geringere Portionsgrößen, die die glykämische Belastung relativieren, konsumiert werden.

Für die zukünftige Forschung ist eine stärkere Standardisierung der Messmethoden, insbesondere GI-Bestimmungen nach den Vorgaben der ISO-Norm, erforderlich. Zudem wären weitere Studien mit hohen Evidenzgraden wünschenswert, die als randomisierte kontrollierte Studien durchgeführt

werden und sowohl eine größere Bandbreite an Honigsorten als auch verschiedene Einflussfaktoren statistisch untersuchen. Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Mechanismen, durch die einzelne Zuckerarten den GI beeinflussen, sowie hinsichtlich des Einflusses der Techniken der Imker und der Wirkungen weiterer Inhaltsstoffe von Honig auf die akute und langfristige glykämische Reaktion.

5.2 Diskussion der Methode

In dieser Arbeit wurde eine systematische Literaturrecherche in den Datenbanken PubMed und ScienceDirect durchgeführt. Die Beschränkung auf zwei Datenbanken erfolgte aufgrund der zeitlichen Begrenzung. Literatur, die ausschließlich in anderen Datenbanken publiziert wurde, konnte demnach nicht berücksichtigt werden.

In PubMed wurde nach den zwei zentralen Schlagworten als MeSH-Begriffe, einschließlich ihrer Synonyme, gesucht. Die Filterfunktion wurde dabei bewusst nicht genutzt, um keine relevante Literatur aufgrund fehlender Indexierung in der Datenbank zu verlieren. Trotz der allgemein gehaltenen Schlagworte ergab die Recherche nur 20 Treffer, was auf die begrenzte Datenlage des Themengebietes hinweist.

Die Suche in der Datenbank ScienceDirect diente der Ergänzung, um potenziell fehlende Literatur zu finden. Die Suchbegriffe in dieser Datenbank waren präziser, da drei Schlagworte verwendet wurden. Dabei besteht die Gefahr, repräsentative Studien aufgrund der eng gefassten Suchstrategie auszugrenzen, was sich darin widerspiegelt, dass nur 34 Treffer erzielt wurden, von denen keine als relevantes Ergebnis identifiziert werden konnte. Die einzige passende Studie wurde bereits in PubMed gefunden.

Die Einschlusskriterien wurden eng gefasst, um eine möglichst hohe Qualität der Studien zu erreichen. Gleichzeitig führte dies dazu, dass Studien, die potenziell wertvolle Daten liefern, ausgeschlossen wurden. Beispielsweise ist die Studie von Palomo-de León et al. zu nennen. Diese hätte bei eigener deskriptiver Auswertung weitere Erkenntnisse liefern können, allerdings würde eine statistische Absicherung dieser Auswertung den Rahmen der Arbeit überschreiten.

Es konnten nur vier Studien identifiziert werden, die die Einschlusskriterien erfüllten. Aufgrund dieser begrenzten Datenbasis ist die Aussagekraft der Ergebnisse limitiert und eine Meta-Analyse nicht möglich. Außerdem weisen die Studien trotz der definierten Einschlusskriterien teilweise erhebliche methodische Unterschiede auf. Zudem erschwert der Einschluss von Studien mit einem niedrigeren Evidenzgrad als randomisierte kontrollierte Studien die Vergleichbarkeit.

Um die abweichende Qualität der eingeschlossenen Studien zu berücksichtigen, erfolgte eine Bewertung mit einer selbst entwickelten Kriterienliste. Diese Vorgehensweise basiert auf etablierten Tools, ist jedoch nicht standardisiert. Es erfolgte keine Gewichtung der Fragen. Zudem kann ein subjektiver Einfluss bei der Auswahl der Kriterien nicht ausgeschlossen werden, sodass die Bewertung der Studien eher als ein orientierungsbietender Überblick zu verstehen ist.

Die Stärken dieser Arbeit liegen in der systematischen Vorgehensweise, der transparenten Dokumentation des Suchprozesses sowie der kritischen Auseinandersetzung mit den eingeschlossenen Studien.

6. Fazit

Das Ziel dieser Arbeit war es, auf Basis einer systematischen Literaturrecherche zu untersuchen, wie die Zuckerzusammensetzung verschiedener Honigsorten ihre glykämischen Indizes beeinflusst. Die Analyse der vier eingeschlossenen Studien zeigt, dass der glykämische Index von Honigsorten variieren kann und Honig nicht grundsätzlich als glykämisch niedrig oder hoch wirkend eingestuft werden kann. Auffällig ist, dass die gleichen botanischen Sorten in den berücksichtigten Studien abweichende GIs aufweisen. Die Ursachen hierfür lassen sich anhand vorliegender Daten nicht vollständig klären, könnten jedoch unter anderem durch die Heterogenität der Studien bedingt sein. Diese zeigt sich sowohl in methodischen Unterschieden als auch in unterschiedlichen Evidenzgraden, da neben zwei randomisierten kontrollierten Studien zwei kontrollierte klinische Studien eingeschlossen wurden.

Trotz der Einschränkungen lassen sich aus den eingeschlossenen Studien Hinweise auf den Einfluss der Zuckerzusammensetzung der Honige auf den GI ableiten. Glucose als einer der Hauptzucker des Honigs trägt grundsätzlich zur glykämischen Reaktion bei. Am deutlichsten zeigt sich der Einfluss des Fructosegehaltes. Drei der vier Studien, einschließlich der griechischen RCT, belegen, dass ein höherer Fructoseanteil mit niedrigeren GI-Werten einhergeht. Das Verhältnis von Fructose zu Glucose erweist sich nur in der griechischen RCT als relevanter Einflussfaktor. Zwei weitere Studien, darunter die amerikanische RCT, stellen keinen Einfluss fest, sodass diesem Parameter insgesamt eine untergeordnete Rolle zugeschrieben wird. Darüber hinaus liefern zwei Studien, zu denen die griechische RCT zählt, Hinweise darauf, dass Saccharose den GI senken kann, während Oligosaccharide, insbesondere Melezitose, mit höheren GIs assoziiert sein können. Eine Studie mit begrenzter Aussagekraft berichtet, dass der Gesamtkohlenhydratgehalt keinen Einfluss auf den GI hat, sondern dass die Kohlenhydratzusammensetzung einen größeren Einfluss hat. Dieser Befund wird von den anderen Studien nicht bestätigt und ist daher mit Zurückhaltung zu interpretieren. Neben der

Zuckerzusammensetzung könnten weitere Faktoren wie der Verarbeitungsgrad oder übrige Inhaltsstoffe des Honigs auf die glykämische Reaktion wirken.

Aufgrund der geringen Anzahl geeigneter Studien und deren Limitationen bleibt die Aussagekraft der Ergebnisse eingeschränkt, wobei den RCTs ein höheres Gewicht beizumessen ist. Es besteht ein Bedarf an zukünftiger Forschung, insbesondere an breit angelegten RCTs mit einheitlichen Methoden. Außerdem sind Untersuchungen hinsichtlich der Mechanismen der GI-modulierenden Wirkung der Oligosaccharide, der Wirkungen übriger Inhaltsstoffe des Honigs sowie weiterer Einflussfaktoren beispielsweise durch die Praktiken des Imkers wünschenswert. Insgesamt leistet diese Arbeit einen Beitrag zum Verständnis der glykämischen Wirkung von Honig im Kontext seiner Zuckerzusammensetzung. Für eine umfassende gesundheitliche Bewertung von Honig als Süßungsmittel sind weitere Parameter und weiterführende Forschung erforderlich.

Literaturverzeichnis

- Ahmed, A., Tul-Noor, Z., Lee, D., Bajwah, S., Ahmed, Z., Zafar, S., Syeda, M., Jamil, F., Qureshi, F., Zia, F., Baig, R., Ahmed, S., Tayyiba, M., Ahmad, S., Ramdath, D., Tsao, R., Cui, S., Kendall, C. W. C., de Souza, R. J., Khan, T. A., & Sievenpiper, J. L. (2023). Effect of honey on cardiometabolic risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition reviews*, 81(7), 758-774. doi:10.1093/nutrit/nuac086
- Akhbari, M., Jabbari, M., Ayati, M. H., & Namazi, N. (2021). The Effects of Oral Consumption of Honey on Key Metabolic Profiles in Adult Patients with Type 2 Diabetes Mellitus and Nondiabetic Individuals: A Systematic Review of Clinical Trials. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2021(1), 1-12. doi:10.1155/2021/6666832
- Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A., & Hannan, M. A. (2014). Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(5), 618-625. doi:10.1016/j.jscs.2012.11.009
- Atayoğlu, A. T., Soylu, M., Silici, S., & İnanç, N. (2016). Glycemic index values of monofloral Turkish honeys and the effect of their consumption on glucose metabolism. *Turkish journal of medical sciences*, 46(2), 483–488. doi:10.3906/sag-1502-102
- Atkinson, F. S., Brand-Miller, J. C., Foster-Powell, K., Buyken, A. E., & Goletzke, J. (2021). International tables of glycemic index and glycemic load values 2021: a systematic review. *The American journal of clinical nutrition*, 114(5), 1625-1632. doi:10.1093/ajcn/nqab233
- Augustin, L. S. A., Kendall, C. W. C., Jenkins, D. J. A., Willett, W. C., Astrup, A., Barclay, A. W., Björck, I., Brand-Miller, J. C., Brighenti, F., Buyken, A. E., Ceriello, A., La Vecchia, C., Livesey, G., Liu, S., Riccardi, G., Rizkalla, S. W., Sievenpiper, J. L., Trichopoulou, A., Wolever, T. M. S., Baer-Sinnott, S., & Poli, A. (2015). Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*, 25(9), 795-815. doi:10.1016/j.numecd.2015.05.005

- Bechthold, A. (2011). *Leitlinie Kohlenhydrate kompakt – Kohlenhydratzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V..
- Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M., & Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105(2), 822-828. doi:10.1016/j.foodchem.2007.01.060
- Belli, M., Bellia, A., Sergi, D., Barone, L., Lauro, D., & Barillà, F. (2023). Glucose variability: a new risk factor for cardiovascular disease. *Acta diabetologica*, 60(10), 1291-1299. doi:10.1007/s00592-023-02097-w
- Biesalski, H. K., Bischoff, S. C., Pirlich, M., & Weimann, A. (2018). *Ernährungsmedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Brand-Miller, J., Dickinson, S., Barclay, A., & Celermajer, D. (2007). The glycemic index and cardiovascular disease risk. *Current atherosclerosis reports*, 9(6), 479-485. doi:10.1007/s11883-007-0064-x
- Bogdanov, S. (2009). Neues vom Honigtauhonig. *Vereinszeitschrift*, 132(10), 12-15. o.O.: Verein deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde.
- Calvo-Malvar, M., Lado-Baleato, Ó., Ríos, A. C., Fernández, C. P., Benítez-Calvo, A., Fernandez-Merino, C., Sánchez-Castro, J., Wagner, R., Matabuena, M., & Gude, F. (2025). Age, Sex, BMI, Meal Timing, and Glycemic Response to Meal Glycemic Lad. *JAMA network open*, 8(9), 1-13. doi:10.1001/jamanetworkopen.2025.33193
- Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E.A., Silici, S., & Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141. doi:10.1016/j.foodchem.2015.02.024
- Codex Alimentarius Commission. (2022). *Standard for honey (CXS 12-1981)*. o.O.: Food and Agriculture Organization of the United States/World Health Organisation.

- Deibert, P., König, D., Kloock, B., Groenefeld, M., & Berg, A. (2010). Glycaemic and insulinaemic properties of some German honey varieties. *European journal of clinical nutrition*, 64(7), 762-764. doi:10.1038/ejcn.2009.103
- Elsevier. (2025). Explore scientific, technical, and medical research on ScienceDirect. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/>. Zuletzt abgerufen am 14.12.2025.
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, 149, 84-90. doi:10.1016/j.foodchem.2013.10.097
- Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138(2-3), 851-856. doi:10.1016/j.foodchem.2012.11.015
- Flavel, M., Jois, M., & Kitchen, B. (2021). Potential contributions of the methodology to the variability of glycaemic index of foods. *World journal of diabetes*, 12(2), 108-123. doi:10.4239/wjd.v12.i2.108
- Gleiter, R. A., Horn, H., & Isengard, H.D. (2006). Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry*, 96(3), 441-445. doi:10.1016/j.foodchem.2005.03.051
- Gourdomichali, T., & Papakonstantinou, E. (2018). Short-term effects of six Greek honey varieties on glycemic response: a randomized clinical trial in healthy subjects. *European journal of clinical nutrition*, 72(12), 1709-1716. doi:10.1038/s41430-018-0160-8
- Hauner, H. & Holzapfel, C. (2024) Die Entwicklung und Verbreitung von Übergewicht in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. 15. (Eds.), *DGE-Ernährungsbericht* (S. 80-110). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V..
- Hodoniczky, J., Morris, C. A., & Rae, A. L. (2012). Oral and intestinal digestion of oligosaccharides as potential sweeteners: A systematic evaluation. *Food Chemistry*, 132(4), 1951-1985. doi:10.1016/j.foodchem.2011.12.031

Hopewell, S., Chan, A., Collins, G. S., Hróbjartsson, A., Moher, D., Schulz, K. F., Tunn, R., Aggarwal, R., Berkwits, M., Berlin, J. A., Bhandari, N., Butcher, N. J., Campbell, M. K., Chidebe, R. C. W., Elbourne, D., Farmer, A., Fergusson, D. A., Golub, R. M., Goodman, S. N., Hoffmann, T. C., Ioannidis, J. P. A., Kahan, B. C., Knowles, R. L., Lamb, S. E., Lewis, S., Loder, E., Offringa, M., Ravaud, P., Richards, D. P., Rockhold, F. W., Schriger, D. L., Siegfried, N. L., Staniszewska, S., Taylor, R. S., Thabane, L., Torgerson, D., Vohra, S., White, I. R., & Boutron, I. (2025). CONSORT 2025 Statement: updated guideline for reporting randomised trials. *BMJ*. 389. doi:10.1136/bmj-2024-081123

International Organization for Standardization. (2010). ISO 26642:2010 – Food products – Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:26642:ed-1:v1:en>. Zuletzt abgerufen am 14.12.2025.

Ischayek, J. I., & Kern, M. (2006). US honeys varying in glucose and fructose content elicit similar glycemic indexes. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(8), 1260-1262. doi:10.1016/j.jada.2006.05.003

Jasicka-Misiak, I., Makowicz, E., & Stanek-Wandzel, N. (2018). Chromatographic fingerprint, antioxidant activity, and colour characteristic of polish goldenrod (*Solidago virgaurea* L.) honey and flower. *European Food Research and Technology*, 244(7), 1169-1184 doi:10.1007/s00217-018-3034-3

Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., Bowling, A. C., Newman, H. C., Jenkins, A. L., & Goff, D. V. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American journal of clinical nutrition*, 34(3), 362–366. doi:10.1093/ajcn/34.3.362

Kalyani, R. R., & Egan, J. M. (2013). Diabetes and altered glucose metabolism with aging. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, 42(2), 333–347. doi:10.1016/j.ecl.2013.02.010

- Kolayli, S., Boukrad, L., Şahin, H., & Abdellah, F. (2012). Sugars in honey. In: V. R., Preedy (Eds.), *Dietary sugars: Chemistry, analysis, function and effects* (S. 3–27). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Koletzko, B. (2013). Nährstoffbedarf. In: B., Rodeck & K. P., Zimmer (Eds.), *Pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung*. Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-642-24710-1_25
- Lazaridou, A., Biliaderis, C. G., Bacandritsos, N., & Sabatini, N. G. (2004). Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *Journal of Food Engineering*. 64(1), 9-21. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.09.007
- Mehrholz, J. (2010). Studien nach ihrer Qualität einordnen. *ergopraxis*, 3(06), 14-14. doi: 10.1055/s-0030-1255425
- National Library of Medicine. (2025). About PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>. Zuletzt abgerufen am 14.12.2025.
- Nguyen, H. T. L., Panyoyai, N., Kasapis, S., Pang, E., & Mantri, N. (2019). Honey and Its Role in Relieving Multiple Facets of Atherosclerosis. *Nutrients*, 11(1), 167. doi: 10.3390/nu11010167
- Ni, C., Jia, Q., Ding, G., Wu, X., & Yang, M. (2022). Low-Glycemic Index Diets as an Intervention in Metabolic Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14(2), 307. doi:10.3390/nu14020307
- Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bey, M. B., Djoudad-Kadji, H., & Louaileche, H. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121(2), 561-568. doi:10.1016/j.foodchem.2009.12.047
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & McKenzie, J. E. (2021) PRISMA

- 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. doi:10.1136/bmj.n160
- Palma-Morales, M., Huertas, J. R., & Rodríguez-Pérez, C. (2023). A Comprehensive Review of the Effect of Honey on Human Health. *Nutrients*, 15(13), 3056. doi:10.3390/nu15133056
- Palomo-de León, B. A., Castro, H., Sánchez-Murillo, M. E., de la Garza, A. L., Rodríguez-Romero, B. A., Alonzo-Macías, M., Ramírez-Jiménez, A. K., Cardador-Martínez, A., & Hernández-Salazar, M. (2023). Glycemic and Satiety Response to Three Mexican Honey Varieties. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(19), 3670. doi:10.3390/foods12193670
- Robert, S. D., & Ismail, A. A. (2009). Two varieties of honey that are available in Malaysia gave intermediate glycemic index values when tested among healthy individuals. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, 153(2), 145–147. doi:10.5507/bp.2009.024
- Ruiz-Matute, A. I., Brokl, M., Soria, A. C., Sanz, M. L., & Martínez-Castro, I. (2010) Gas chromatographic–mass spectrometric characterisation of tri- and tetrasaccharides in honey. *Food Chemistry*, 120(2), 637-642. doi:10.1016/j.foodchem.2009.10.050
- Seidel-Jacobs, E., Tönnies, T. & Rathmann, W. (2024) Epidemiologie des Diabetes in Deutschland, In: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) und diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe (Eds.), *Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2024 - Die Bestandsaufnahme* (S. 8-13). Wiesbaden: MedTriX GmbH.
- Seraglio, S. K. T., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2019). An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food research international*, 119, 44–66. doi:10.1016/j.foodres.2019.01.028
- Shah, S. R., Ukaegbu, C. I., Hamid, H. A., & Alara, O. R. (2018). Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of the stems of *Flammulina velutipes* and *Hypsizygus tessellatus* (white

- and brown var.) extracted with different solvents. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1947–1961. doi:10.1007/s11694-018-9810-8
- Strohm, D. (2013). Glykämischer Index und glykämische Last – ein für die Ernährungspraxis des Gesunden relevantes Konzept? - Wissenschaftliche Stellungnahme der DGE. *Ernährungsumschau*, 60 (1), S. 26-38.
- Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, Ö. S., Tastemur, B., Sagdic, O., Dogan, M., & Kayacier, A. (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46, 124–131. doi:10.1016/j.indcrop.2012.12.042
- National Library of Medicine. (o. J.). MeSH – Medical Subject Headings. National Library of Medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh?cmd=search>. Zuletzt abgerufen am 14.12.2025.
- Walther, B. & Kast, C. (2011). Honig und Blutzucker. *Vereinszeitschrift*, 134(11), 24-27. o.O.: Verein deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde.
- White, J. W. & Maher, J. (1953) Transglucosidation by honey invertase. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 42(2), 360-367. doi:10.1016/0003-9861(53)90365-8
- Wolever, T. M. S., Meynier, A., Jenkins, A. L., Brand-Miller, J. C., Atkinson, F. S., Gendre, D., Leuillet, S., Cazaubiel, M., Housez, B., & Vinoy, S. (2019). Glycemic Index and Insulinemic Index of Foods: An Interlaboratory Study Using the ISO 2010 Method. *Nutrients*, 11(9), 2218. doi:10.3390/nu11092218
- Zander, E., Koch, A., Maurizio, A., Duisberg, H., Evenius, J., Focke, E., & Vorwohl, G. (1975). *Der Honig – Herkunft, Gewinnung, Eigenschaften und Untersuchung des Honigs*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- ZB MED – Informationszentrum Lebenswissenschaften. (o. J.). Deutscher MeSH. ZB MED – Informationszentrum Lebenswissenschaften <https://www.zbmed.de/open-science/terminologien/deutscher-mesh/>. Zuletzt abgerufen am 14.12.2025

Eidesstattliche Erklärung

„Ich versichere, dass ich vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.“

Wedel, den 27.01.2026

