

Adrian König / Roman Wixinger / Cornelia Stengel

## **Iudex non calculat?**

### **Synthese von Recht und Mathematik: Analyse juristischer Argumentation durch Mengenlehre und Boolesche Operatoren**

---

Der vorliegende Beitrag untersucht, wie mathematische Konzepte, insbesondere Mengenlehre und Boolesche Operatoren, zur Analyse juristischer Texte eingesetzt werden können. Der vorgestellte interdisziplinäre Ansatz hat das Potential, komplexe juristische Argumentationen nachvollzieh- und maschinenlesbar zu machen. Mit der Zunahme der Bedeutung verschiedenster Formen sogenannter «künstlicher Intelligenz» dürften auch die Anwendungsbereiche für Methoden zur Analyse der logischen Stimmigkeit von Argumentationsketten zunehmen.

---

Beitragsart: Beiträge

Rechtsgebiete: Informatik und Recht

Zitiervorschlag: Adrian König / Roman Wixinger / Cornelia Stengel, Iudex non calculat?, in: Jusletter 9. September 2024

## Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Grundlagen
  - 2.1. Mengenlehre, Boolesche Algebra und Logik
  - 2.2. Methodik und Vorgehensweise
    - 2.2.1. Variablen
    - 2.2.2. Operatoren
      - a. Implikation ( $\Rightarrow$ )
      - b. Wenn und nur wenn ( $\Leftrightarrow$ )
      - c. Und ( $\wedge$ )
      - d. Entweder-oder ( $\vee$ )
      - e. Nicht ( $\neg$ )
      - f. Universalquantor ( $\forall$ )
      - g. Existenzquantor ( $\exists$ )
      - h. Teilmenge ( $\subseteq$ )
      - i. Vereinigung ( $\cup$ )
      - j. Schnittmenge ( $\cap$ )
      - k. Leere Menge ( $\emptyset$ )
      - l. Implikation ( $\rightarrow$ )
    - 2.2.3. Präzedenz
    - 2.2.4. Äquivalenz von Boolescher Logik und Mengenlehre
  - 2.3. Zwischenfazit
3. Rechtswissenschaftliches Anwendungsbeispiel
  - 3.1. Vermögenswerte
  - 3.2. Digitale Vermögenswerte
  - 3.3. Token
  - 3.4. Überprüfung, Beweisführung und Erweiterung
  - 3.5. Zwischenfazit
4. Schlussdiskussion und Fazit

## 1. Einleitung

[1] Das Verfassen juristischer Texte ist anspruchsvoll.<sup>1</sup> Trotz fehlender einheitlicher Richtlinien sind Klarheit und Präzision in der Sprache zweifellos entscheidend.<sup>2</sup> KARL POPPER prägte in diesem Sinne treffend: «*Wer's nicht einfach und klar sagen kann, der soll schweigen und weiterarbeiten, bis er's klar sagen kann.*»<sup>3</sup> Die Notwendigkeit, komplexe Sachverhalte präzise wiederzugeben, führt oftmals zu verschachtelten Formulierungen. Diese können, wie im nachfolgend illustrierten Fall des Europäischen Gerichtshofs, extreme Ausmasse erreichen:<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> BETTINA HÜRLIMANN-KAUP, Kann man die Bedeutung der Sprache für die Qualität einer wissenschaftlichen Arbeit wirklich überschätzen?, September 2015, S. 6, abrufbar unter: [https://www.unifr.ch/ius/huerlimann-kaup/de/assets/public/files/schriftliche%20arbeiten/Text\\_Sprache\\_09.pdf](https://www.unifr.ch/ius/huerlimann-kaup/de/assets/public/files/schriftliche%20arbeiten/Text_Sprache_09.pdf) [hier und hiernach entsprechen sämtliche Internet-Referenzen dem Stand des 29. Juli 2024].

<sup>2</sup> PETER FORSTMOSER/REGINA OGOREK/BENJAMIN SCHINDLER, Juristisches Arbeiten, 6. A., Zürich/Berlin/St. Gallen 2018, S. 15, 21.

<sup>3</sup> HÜRLIMANN-KAUP (Fn. 1), S. 1, m. V. a. Popper.

<sup>4</sup> Urteil des EuGH vom 15. März 2018, C-355/16, Rz. 32.

«Nach alledem ist auf die Vorlagefragen zu antworten, dass, da eine Situation wie die im Ausgangsverfahren in Rede stehende nicht in den persönlichen Anwendungsbereich des Begriffs «Selbständige» im Sinne des FZA fällt, die Bestimmungen dieses Abkommens dahin auszulegen sind, dass sie Rechtsvorschriften eines Staates, der Vertragspartei dieses Abkommens ist, wie den im Ausgangsverfahren fraglichen nicht der Vertragspartei dieses Abkommens ist, verlegt und gleichzeitig ihre wirtschaftliche Tätigkeit im ersten dieser beiden Staaten beibehält, ohne täglich oder mindestens einmal in der Woche eine Fahrt vom Ort ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit zu ihrem Wohnort zu absolvieren, die sofortige Besteuerung der nicht realisierten Wertsteigerungen bei wesentlichen Beteiligungen, die diese Person am Kapital von Gesellschaften hält, die dem Recht des ersten dieser Staaten unterliegen, bei dieser Wohnsitzverlegung vorsehen und die die aufgeschobene Erhebung der geschuldeten Steuer nur unter der Bedingung zulassen, dass Sicherheiten geleistet werden, die geeignet sind, die Erhebung dieser Steuer sicherzustellen, während eine Person, die ebenfalls solche Beteiligungen hält, aber weiterhin ihren Wohnsitz im Hoheitsgebiet des ersten dieser beiden Staaten hat, erst zum Zeitpunkt der Veräusserung dieser Beteiligungen besteuert wird.»

[2] Es handelt sich hierbei um *einen* Satz, welcher aus 1'160 Zeichen und 176 Wörtern besteht.

[3] Das Verständnis eines Textes setzt die Wahrnehmung und Verarbeitung einzelner Buchstaben, Wörter und Satzteile voraus, die zu einem kohärenten Ganzen zusammengefügt werden müssen.<sup>5</sup> Die Komplexität der Rechtswissenschaften verlangt hierbei bereits eine gesteigerte kognitive Verarbeitungskapazität, während vielschichtige Textstrukturen das Verstehen zusätzlich erschweren.<sup>6</sup> Hiervon betroffen sind nicht nur die Leser und Leserinnen eines Textes, sondern auch die Autorinnen und Autoren selbst, die sich nicht in den eigenen Formulierungen verlieren sollten.

[4] Die vorliegende Analyse liefert einen Beitrag zur Diskussion, ob und inwiefern komplexe Textinhalte strukturierter und effektiver dargestellt und entsprechend besser analysiert werden könnten. Obwohl Juristinnen und Juristen häufig eine gewisse Scheu vor Mathematik nachgesagt wird<sup>7</sup> – was durch das Sprichwort «*iudex non calculat*» unterstrichen wird – könnte die Anwendung von Variablen und Operatoren der Mengenlehre und der Booleschen Algebra möglicherweise Abhilfe bieten. Durch die Reduktion juristischer Argumentationen auf ihre grundlegenden logischen Strukturen liesse sich nicht nur die Logik der Texte transparent machen, sondern auch deren Nachvollziehbarkeit verbessern. Dies besonders in einer Zeit, in der grosse Sprachmodelle («Large Language Models» oder abgekürzt: «LLM»)<sup>8</sup> und maschinelles Lernen («Machine

---

<sup>5</sup> SASCHA WOLFER, Psycholinguistische Aspekte der Verständlichkeit von Rechtssprache, in: Felix Uhlmann/Stefan Höfler (Hrsg.), *Gute Gesetzessprache als Herausforderung für die Rechtsetzung*. 16. Jahrestagung des Zentrums für Rechtsetzungslehre, Zürich 2018, S. 173 ff., abrufbar unter: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.zfr.uzh.ch/dam/jcr:f47fac8c-ffc1-4f68-b110-897c8e42e989/ZfR-08\\_Uhlmann\\_Hoefler\\_Gute-Gesetzessprache.pdf](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.zfr.uzh.ch/dam/jcr:f47fac8c-ffc1-4f68-b110-897c8e42e989/ZfR-08_Uhlmann_Hoefler_Gute-Gesetzessprache.pdf), S. 188 ff.

<sup>6</sup> WOLFER (Fn. 5), S. 37, 49, 188, 189 f., 218.

<sup>7</sup> «Das Recht rechnet nicht», siehe LISA MILOR, *Illuminating innumeracy*, *Case Western Reserve Law Review* 5/3/2013, S. 769 ff., abrufbar unter: <https://scholarlycommons.law.case.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1214&context=caselrev>, S. 769 f.

<sup>8</sup> Für eine «nicht-technische» Einführung zum Thema LLM siehe DAMIEN CHARLOTIN, *Large Language Models and the Future of Law*, SSRN vom 22. August 2023, abrufbar unter: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4548258>; für eine umfassende technische Übersicht siehe WAYNE XIN ZHAO et al., *A survey of large language models*, arXiv vom 24. November 2023, abrufbar unter: <https://arxiv.org/abs/2303.18223>.

Learning») immer stärker in den Fokus rücken. Sprache erfährt hier zwar eine Kodierung,<sup>9</sup> der durch künstliche Intelligenz erzeugte Output ist jedoch eine reine Aneinanderreihung der wahrscheinlichsten Wörter<sup>10</sup> und spiegelt somit nicht unbedingt «echte» (juristische) Logik wider.<sup>11</sup>

[5] Der vorliegende Beitrag untersucht entsprechend, wie sich juristische Texte mit Hilfe der genannten mathematischen Konzepte aufschlüsseln und nachvollziehbar gestalten lassen. Zunächst werden hierfür die theoretischen Grundlagen dargelegt. Anschliessend wird die praktische Anwendbarkeit des Konzepts an einem konkreten Beispiel geprüft. Den Abschluss bildet ein Fazit.

## 2. Grundlagen

[6] Im folgenden Abschnitt werden zunächst die notwendigen Grundlagen erarbeitet. Darauf aufbauend wird ein Framework präsentiert, das die erforderlichen Schritte und Werkzeuge zur Textabbildung über die einleitend genannten mathematischen Konzepte illustriert.

### 2.1. Mengenlehre, Boolesche Algebra und Logik

[7] Die Mengenlehre, ein fundamentaler Bereich der Mathematik, widmet sich Mengen, definiert als Sammlungen unterschiedlicher Objekte, die durch gemeinsame Merkmale oder Eigenschaften verbunden sind.<sup>12</sup> Diese Objekte, bekannt als «Elemente einer Menge», umfassen sowohl konkrete physische Gegenstände als auch abstrakte Konzepte und Zahlen.<sup>13</sup> Ein zentrales Prinzip ist die Identität: Zwei Mengen gelten als identisch, wenn sie genau die gleichen Elemente enthalten.<sup>14</sup> Dabei ist die Reihenfolge der Elemente innerhalb einer Menge irrelevant und jedes Element kommt nur einmal vor.<sup>15</sup>

---

<sup>9</sup> Im Sinne der erwähnten Kodierung wird ein Text zunächst in seine Grundbausteine (Token) zerlegt, welche aus Wörtern, Wortteilen oder einzelnen Zeichen bestehen. Diese Token dienen als «Eingabe» für das LLM. Token werden dabei in Vektoren umgewandelt und erhalten so eine mathematische Repräsentation. Vektoren sind numerische Darstellungen (Embeddings) der Token. Diese ermöglichen es dem Modell, semantische Beziehungen innerhalb des Textes zu erfassen und so zu verarbeiten. Zum Ganzen siehe ZHAO et al. (Fn. 8), S. 2 f., 19.

<sup>10</sup> Die auf einer mathematischen Repräsentation von Wörtern basierenden LLM sind darauf trainiert, das jeweils nächste Wort in der Satzfolge über Wahrscheinlichkeiten «vorherzusagen». Auch gibt es Sprachmodelle, welche in einer Sequenz von Token nicht nur den nächsten, sondern auch solche, die fehlen, vorhersagen. ZHAO et al. (Fn. 8), S. 1; ferner YOSHUA BENGIO/REJEAN DUCHARME/PASCAL VINCENT/CHRISTIAN JAUVIN, A Neural Probabilistic Language Model, *Journal of Machine Learning Research* 3/2003, S. 1137 ff., abrufbar unter: <https://www.jmlr.org/papers/volume3/bengio03a/bengio03a.pdf>.

<sup>11</sup> So lassen sich bspw. Textzusammenfassungen mittlerweile «bequem» durch Chatbots generieren. LLM können jedoch «halluzinieren» und Texte generieren, welche plausibel, jedoch faktisch falsch sind (ZHAO et al. [FN 8], S. 83); die Kohärenz und Länge eines Textes dürfte nicht mehr ausreichen, um zu beweisen, dass dieser von einem Menschen verfasst wurde.

<sup>12</sup> HEINZ-DIETER EBBINGHAUS, *Einführung in die Mengenlehre*, 5. A., Berlin 2021, S. 1 f., 8, 16; ALFRED N. WHITEHEAD/BETRAND RUSSELL, *Principa Mathematica*, 2. A., Cambridge 1927, S. 25 ff.

<sup>13</sup> HERMANN SCHICHL/ROLAND STEINBAUER, *Einführung in das mathematische Arbeiten*, 2. A., Berlin/Heidelberg 2012, S. 119 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 4 ff.; ERNST ZERMELO, *Untersuchungen über die Grundlagen der Mengenlehre*, *Mathematische Annalen* 2/1908, S. 261 ff., S. 262.

<sup>14</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 130 f. Genauer gesagt, sind zwei Mengen A und B identisch, wenn A Teilmenge von B ist und umgekehrt; ZERMELO (Fn. 13), S. 263.

<sup>15</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 2; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 119, 127 ff.; das Prinzip bildet hierbei die Basis für weitere Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Mengen, wie bspw. «Teilmengen», «Schnittmengen» und «Vereinigungsmengen».

[8] Die Mengenlehre verwendet auch Operatoren aus der Logik und der Booleschen Algebra, einem weiteren mathematischen Konzept, das die Eigenschaften dieser Operatoren verallgemeinert.<sup>16</sup> Nebst «UND», «ODER» und «NICHT», lassen sich weitere, eng mit der Booleschen Algebra verwandte Operatoren aus der Mengenlehre ableiten.<sup>17</sup> Sie erlauben es, komplexe logische Strukturen zu definieren und in Beziehung zu setzen.<sup>18</sup> Durch den Einsatz dieser Operatoren ist es möglich, detaillierte und aussagekräftige Erkenntnisse über die Verbindungen zwischen unterschiedlichen Mengen sowie die spezifischen Eigenschaften der Elemente innerhalb dieser zu gewinnen.<sup>19</sup>

[9] Auf diese Weise lassen sich nicht nur mathematische, sondern auch abstrakte Zusammenhänge systematisch erfassen und analysieren.<sup>20</sup> Die Aussagenlogik eröffnet mit ihren Rechenregeln und Gesetzen zudem die Möglichkeit, Aussagen umzuformulieren, ohne deren Bedeutung zu verändern.<sup>21</sup> Diese neuen Perspektiven, basierend auf mathematischen Prinzipien, können das Verständnis eines Sachverhalts oder Problems sowie die Lösungsfindung erleichtern.<sup>22</sup>

[10] Eine Übertragung genannter Prinzipien auf textbasierte Analysen verspricht weitere Vorteile.<sup>23</sup> Während traditionelle sprachliche Untersuchungen häufig auf subjektive Interpretationen angewiesen sind, ermöglicht die mathematische Herangehensweise eine objektive, quantifizierbare und überprüfbare Analyse.<sup>24</sup> Insbesondere in der Textanalyse kann die mathematische Notation zur klaren und eindeutigen Darstellung von Beziehungen und Schlussfolgerungen beitragen.<sup>25</sup> Dieser systematische Ansatz fördert nicht nur die menschliche Analyse, sondern eignet sich auch für die Implementierung in Computerprogrammen, was die automatisierte Überprüfung von Argumentationsstrukturen und logischen Schlüssen ermöglicht.<sup>26</sup> Der Einsatz mathematischer Methoden in der Textanalyse verschiebt die Grenzen der Interpretation und verleiht den Ergebnissen eine zusätzliche Ebene an Verlässlichkeit und Genauigkeit.<sup>27</sup>

## 2.2. Methodik und Vorgehensweise

[11] Der erste Schritt zur mathematischen Textanalyse besteht in der Identifizierung und Festlegung von Variablen. In der Mathematik repräsentieren Variablen mathematische Objekte und ermöglichen allgemeingültige Aussagen über diese.<sup>28</sup> Variablen sind Platzhalter für Objekte und

---

<sup>16</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16 f.; JOHN E. WHITESITT, *Boolesche Algebra und ihre Anwendungen*, in: Max Ingolf et al. (Hrsg.), *Logik und Grundlagen der Mathematik*, Band III, 2. A., Wiesbaden 1970, S. 27 ff.

<sup>17</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16., S. 19 f.; vgl. SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 145.

<sup>18</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16 f.; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 145.

<sup>19</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16 f.; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 144 ff.

<sup>20</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 19 f.; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 65, 144 ff.

<sup>21</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>22</sup> Vgl. SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 139.

<sup>23</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>24</sup> Was in der vorliegenden Arbeit verdeutlicht werden soll.

<sup>25</sup> Vgl. hierzu EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 6 ff.

<sup>26</sup> Siehe für Beispiele GEORGES GONTHIER, *Formal Proof – The FourColor Theorem*, *Notices of the AMS* 11/2008, S. 1382 ff., abrufbar unter: <https://www.ams.org/notices/200811/tx081101382p.pdf>, S. 1382 m. w. H.; s. a. das Open-source Project «Coq» (Formal Proof Assistant), abrufbar unter: <https://github.com/coq/coq>.

<sup>27</sup> Siehe das Open-source Project «Coq» (Fn. 26).

<sup>28</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16 f.; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 92.

können zahlreiche, nicht notwendigerweise identische Objekte aus einer vordefinierten Menge vertreten.<sup>29</sup> Durch die Zuweisung spezifischer Werte zu den Variablen bzw. das Einsetzen von Objekten aus der vordefinierten Menge an den Platz der Variablen in einer Formel lassen sich diese Aussagen evaluieren.<sup>30</sup> Konzeptuell können Variablen als gedankliche Behälter verstanden werden, die dazu dienen, Werte oder Aussagen effizient zu bündeln und somit Datenmengen übersichtlich darzustellen. Die Identifikation von Variablen ist damit der Schlüssel zur strukturierten Analyse und ermöglicht die logische Verknüpfung mittels entsprechender Operatoren.

### 2.2.1. Variablen

[12] Die Mathematik selbst bietet keine direkten Vorgaben zur Identifizierung und Festlegung von Variablen.<sup>31</sup> Um hierfür eine methodische Annäherung zu entwickeln, wird eine Analogie zu relationalen Datenbanken<sup>32</sup> herangezogen. Ausgangspunkt ist hier das Konzept des Primärschlüssels, der die eindeutige Identifizierbarkeit jedes Datensatzes in einer Tabelle sicherstellt und so Datenredundanz verhindert.<sup>33</sup> Sekundärschlüssel, bestehend aus einzelnen Attributen oder deren Kombinationen, die nicht als Primärschlüssel fungieren, ermöglichen den Zugriff auf oder die Suche nach Datensätzen.<sup>34</sup>

[13] Entsprechend lassen sich jene Schlüsselbegriffe eines Textabschnitts als *Primärvariablen* definieren, die den Kern des Sachverhalts darstellen. Ausgehend davon sind *Sekundärvariablen* zu identifizieren, die zusätzliche Eigenschaften oder Beziehungen dieser Primärvariable beschreiben. Weiterführende Fakten, die aus den Sekundärvariablen resultieren oder diese näher bestimmen, können als *Terziärvariablen* etc. qualifiziert werden.

[14] Um die Präzision zu erhöhen, kann es erforderlich sein, weitere Variablen zu bestimmen, die zwar nicht direkt die Primärvariable definieren, aber dennoch relevant darauf einwirken.<sup>35</sup> Diese können als *Normativvariablen* bezeichnet werden. Zudem können bestimmte Variablen existieren,

---

<sup>29</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 8; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 29, 92; Beispiel: Es wird die Aussage: «Das Kleidungsstück k ist ein Markenartikel», betrachtet. Darin befindet sich die Variable «Kleidungsstück» [k]. Die Menge der Objekte, welche in die Variable eingesetzt werden dürfen, ist die Menge der existierenden Kleidungsstücke (K). Es kann nun ein Objekt aus der Menge der Kleidungsstücke wie bspw. ein «No-Name T-Shirt» ausgewählt und in den Platzhalter eingesetzt werden. Dann lautet die Aussage «Das Kleidungsstück No-Name T-Shirt ist ein Markenartikel». Es wird ersichtlich, dass die Aussage für dieses Objekt falsch ist.

<sup>30</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 18; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 92.

<sup>31</sup> Die folgende Konzeption basiert entsprechend auf einem Vorschlag der Autoren. Ausgangspunkt hierfür bildet die Maxime, dass Variablen als Inhaltsträger einer gewissen Stringenz in ihrer Definition und Kategorisierung unterliegen müssen.

<sup>32</sup> Siehe zur Thematik im Ganzen: HERMANN GEHRING/ROLAND GABRIEL, *Wirtschaftsinformatik*, Wiesbaden 2022, S. 635 ff. und 795 ff., m. w. H.; MEHAK AHUJA/DISHANT GOSAIN/NISHITHA JATANA/ISHITA KATHURIA/SAHIL PURI, *A Survey and Comparison of Relational and Non-Relational Database*, *International Journal of Engineering Research & Technology* IJERTV11S6024/6/2012, abrufbar unter: <https://www.ijert.org/a-survey-and-comparison-of-relational-and-non-relational-database>, S. 1.

<sup>33</sup> AHUJA et al. (Fn. 32), S. 5; GEHRING/GABRIEL (Fn. 32), S. 796.

<sup>34</sup> GEHRING/GABRIEL (Fn. 32), S. 796 f.; MICHAEL STONEBRAKER, *A comparison of the use of links and secondary indices in a relational database system*, in: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> international conference on Software engineering*, San Francisco 1976, S. 553, abrufbar unter: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/800253.807727>, S. 553.

<sup>35</sup> Diese Differenzierung ist gerade im Bereich der Rechtswissenschaften von Bedeutung. In der juristischen Terminologie sind Begriffe oft als kontextabhängig zu verstehen, da sie in unterschiedlichen Rechtsgebieten variierende Bedeutungen aufweisen. Ein exemplarisches Beispiel hierfür ist der Begriff: «Nachlass», der im Kontext des Schweizerischen Zivilgesetzbuchs (ZGB) vom 10. Dezember 1907 (SR 210) eine andere Bedeutung hat als im Bundesgesetz über Schuldbetreibung und Konkurs (SchKG) vom 11. April 1889 (SR 281.1). Der «Polizeiliche Gewahrsam» gemäss der Schweizerischen Strafprozessordnung (StPO) vom 5. Oktober 2007 (SR 312.0) unterscheidet sich vom «Gewahrsam» im Kontext des Diebstahls nach Art. 139 des Schweizerischen Strafgesetzbuchs vom

die durch Negativdefinitionen charakterisiert sind. Solche Variablen werden als *Ausschlussvariablen* bezeichnet.

[15] Zur Veranschaulichung dient das nachfolgende Beispiel der Identifizierung von Variablen in einem Kochrezept:<sup>36</sup>

*Spaghetti Carbonara ist ein zeitloser Klassiker der italienischen Küche, der durch seine Einfachheit und seinen reichhaltigen Geschmack besticht. Für dieses Gericht benötigt man lediglich einige wenige Hauptzutaten: Spaghetti, Eier, Pancetta und Parmesan. Zunächst werden die Spaghetti al dente gekocht, währenddessen wird die Pancetta in kleine Würfel geschnitten und knusprig gebraten. Parallel dazu wird Parmesan fein gerieben und mit verquirlten Eiern zu einer cremigen Mischung verrührt. Nachdem die Pancetta gebraten ist, lässt man sie etwas abkühlen, bevor die Ei-Parmesan-Mischung hinzugefügt und unter ständigem Rühren mit der Restwärme der Pfanne gebunden wird. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Mischung nicht zu stark erhitzt wird, um zu verhindern, dass das Ei gerinnt. Die fertig gekochten Spaghetti werden anschliessend mit der Sauce vermengt, wobei bei Bedarf etwas Kochwasser hinzugefügt werden kann, um die Sauce geschmeidiger zu machen. Traditionell wird in der Carbonara-Sauce keine Sahne verwendet, und die Qualität der Zutaten, insbesondere des Parmesans und der Pancetta, spielt eine entscheidende Rolle für den Geschmack. Das Gericht wird am besten sofort serviert, garniert mit frisch gemahlenem Pfeffer und nach Belieben mit zusätzlichem Parmesan. Diese einfache und doch raffinierte Zubereitung bringt den authentischen Geschmack Italiens auf den Teller und ist ein Beweis dafür, dass gutes Essen nicht kompliziert sein muss.*

[16] Im Beispiel des Kochrezepts für Spaghetti Carbonara dienen die Spaghetti [ $S_{\text{Spaghetti}}$ ] und die Carbonara-Sauce [ $C_{\text{Sauce}}$ ], als Primärvariablen, da sie zusammen das fertige Gericht konstituieren.<sup>37</sup> Die einzelnen Bestandteile der Sauce, wie Ei [ $E_i$ ], Pancetta [ $P_{\text{Pancetta}}$ ] und Parmesan [ $P_{\text{Parmesan}}$ ], fungieren als Sekundärvariablen. Diese definieren die Primärvariable näher, indem sie spezifische Zutaten der Carbonara-Sauce darstellen. Als Terziärvariablen können die besonderen Eigenschaften dieser Zutaten betrachtet werden, beispielsweise die Art des Parmesans [ $P_{\text{Art}}$ ] oder die Herkunft der Pancetta [ $PAN_{\text{Herkunft}}$ ]. Die Art der Wärmezufuhr [ $W_{\text{Wärmeart}}$ ] lässt sich in diesem Rahmen als Normativvariable klassifizieren, da sie die Zubereitungsmethode normiert. Als Ausschlussvariable wird die Nichtverwendung von Sahne [ $S_{\text{Sahne}}$ ] definiert.

[17] Folglich ergibt sich eine Übersicht der Variablen wie folgt:<sup>38</sup>

$S_{\text{Spaghetti}}, C_{\text{Sauce}}, EI, P_{\text{Pancetta}}, P_{\text{Parmesan}}, P_{\text{Art}}, PAN_{\text{Herkunft}}, W_{\text{Wärmeart}}, S_{\text{Sahne}}$

---

21. Dezember 1937 (SR 311.0). Das «Zeugnis» wird im Bereich des Arbeitsrechts anders interpretiert als in einem Gerichtsprozess.

<sup>36</sup> Der Rezept-Text basiert auf der Rezeptur von: <https://www.rodiparma.de/italienische-rezepte/spaghetti-carbonara>.

<sup>37</sup> Grundsätzlich wäre hier bspw. auch möglich, die Spaghetti Carbonara selbst als Primärvariable zu identifizieren. Dies wäre jedoch eher dann sinnvoll, wenn Spaghetti Carbonara als ganzes Gericht im Kontext weiterer grösserer Elemente wie anderer Gerichte etc. stehen würde.

<sup>38</sup> Die hier identifizierten Variablen werden nach der Einführung in die Operatoren mittels dieser in einen logischen Zusammenhang gebracht.

[18] Die in diesem Abschnitt dargelegten Richtlinien stellen keine starren Regelwerke dar, sondern bieten einen flexiblen Rahmen, der individuell an die jeweilige Analyse angepasst werden kann. Eine kohärente Anwendung der Notation innerhalb einer Untersuchung ist jedoch von essenzieller Bedeutung. Die Festlegung der Variablennamen erfolgt nach dem Ermessen der analysierenden Person. Bei der Benennung der Primärvariablen sollte, wenn möglich, eine etablierte Abkürzung verwendet werden. Andernfalls ist der vollständige Begriff zu wählen und gegebenenfalls mittels der Subskript-Funktion zu präzisieren.

[19] Bei der Analyse komplexer Datenstrukturen kann das Aufeinandertreffen scheinbar unvereinbarer Variablen durch das Konzept der Funktionen adressiert werden. Eine Funktion definiert sich generell als eine Zuordnung, die aus einem oder mehreren Eingabewerten (Argumenten) einen Ausgabewert (Funktionswert) erzeugt.<sup>39</sup> Das Ergebnis ist ein Funktionswert.<sup>40</sup> Bspw. bezieht sich die Variable  $[W_{arm}]$  auf eine Eigenschaft von Speisen. Die Funktion  $[W_{arm} (Spaghetti)]$  liefert den Wert «wahr», wenn die Spaghetti warm sind – ansonsten «falsch». Aus mathematischer Sicht ist  $[W_{arm}]$  eine Funktion, die Objekte auf die Wahrheitswerte «wahr» oder «falsch» abbildet, abhängig davon, ob das Objekt warm ist.

[20] Im Gegensatz dazu wird die Variable  $[P_{armesan}]$  direkt als Aussage bewertet, die entweder wahr oder falsch ist, abhängig von der Verwendung von Parmesan im Gericht.  $[P_{armesan}]$  benötigt keine Argumente und wird als Konstante betrachtet.<sup>41</sup>

[21] Weiter ist es aufgrund der Komplexität der Begebenheiten oft nötig, Aussagen iterativ zu verfeinern. Dazu werden in der vorliegenden Arbeit Gleichungsskizzen verwendet, also Rohfassungen von Aussagen, welche iterativ mit zusätzlichen Kriterien verfeinert werden.

[22] Die Definition und Klassifikation von Variablen kann also flexibel gehandhabt werden, um die Komplexität des betrachteten Sachverhalts adäquat zu erfassen. Die Herausforderung besteht darin, Variablen so zu definieren, dass sie die Darstellung und Analyse relevanter Sachverhalte ermöglichen.

### 2.2.2. Operatoren

[23] Für die Darstellung von Beziehungen zwischen den Variablen und für die Formulierung komplexer Aussagen ist die Verwendung von Operatoren unabdingbar. Nachfolgend werden die wichtigsten Operatoren anhand einiger Beispiele kurz vorgestellt.

#### a. Implikation ( $\Rightarrow$ )

[24] Die Implikation ( $\Rightarrow$ ) definiert eine bedingte Beziehung zwischen zwei logischen Aussagen, wobei die Gültigkeit der ersten Aussage (Prämisse) eine notwendige Bedingung für die Gültigkeit der zweiten Aussage (Konklusion) ist.<sup>42</sup> Die Implikation ist eine zentrale Komponente im Rahmen

---

<sup>39</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>40</sup> BOB COECKE/ALEKS KISSINGER, *Picturing Quantum Processes, A First Course on Quantum Theory and Diagrammatic Reasoning*, Cambridge 2017, S. 54 f.; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 20 f.; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 29.

<sup>41</sup> Eine Konstante ist eine Zahl, deren Wert sich nicht ändert. Somit hat eine Konstante keine Argumente. EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 22.

<sup>42</sup> Siehe nachfolgend.

logischer Argumentationen und folgt typischerweise dem Schema «Wenn A, dann B».<sup>43</sup> Es ist zu beachten, dass aus der Falschheit der Prämisse keine Schlussfolgerung über die Wahrheit der Konklusion gezogen werden kann.<sup>44</sup>

Zahlenbeispiel: «Wenn eine Zahl  $x$  ohne Rest durch 10 teilbar ist [ $X_{\text{teilbar durch } 10}$ ], dann ist  $X$  eine gerade Zahl [ $X_{\text{gerade}}$ ].» Vereinfacht gesagt ist eine Zahl gerade, wenn ihre letzte Ziffer eine 0, 2, 4, 6, oder 8 ist. Da nun jede durch 10 teilbare Zahl mit der Ziffer 0 endet, ist jede solche Zahl auch gerade.<sup>45</sup>

$$X_{\text{teilbar durch } 10} \Rightarrow X_{\text{gerade}}$$

Textbeispiel: «Wenn ein Haus rot gestrichen wurde [ $A$ ], dann ist das Haus rot [ $B$ ].» Hier impliziert  $A$  (das Haus wurde rot gestrichen)  $B$  (das Haus ist rot). Wenn  $A$  wahr ist, dann muss auch  $B$  wahr sein.

[25] Die Umkehrung einer Implikation «Wenn  $B$ , dann  $A$ » ist nicht zwangsläufig gültig. Im mathematischen Beispiel ist die Umkehrung [ $X_{\text{gerade}} \Rightarrow X_{\text{teilbar durch } 10}$ ] nicht korrekt, da bspw. die Zahl 2 zwar gerade, aber nicht durch 10 teilbar ist. Im Textbeispiel trifft die umgekehrte Aussage [ $A \Rightarrow B$ ] ebenso nicht zu. Ein Haus kann auch aus anderen Gründen rot sein, zum Beispiel durch die Verwendung roter Backsteine beim Bau.

[26] Die Regeln der Mathematik erlauben es jedoch, die Aussagen umzuformulieren, ohne ihre Bedeutung zu verändern. So ist « $A$  impliziert  $B$ » [ $A \Rightarrow B$ ] äquivalent zu «nicht  $B$  impliziert nicht  $A$ » [ $\neg B \Rightarrow \neg A$ ]. Im Fall von [ $X_{\text{teilbar durch } 10} \Rightarrow X_{\text{gerade}}$ ] wird ersichtlich, dass eine Zahl, die nicht gerade ist, auch nicht durch 10 teilbar sein kann. Auf diese Weise ermöglicht die Mathematik neue Einblicke in nicht mathematische Aussagen.

## b. Wenn und nur wenn ( $\Leftrightarrow$ )

[27] Der Operator «Wenn und nur wenn» ( $\Leftrightarrow$ ), auch Bikonditional genannt, definiert eine beidseitige Äquivalenz zwischen zwei Aussagen.<sup>46</sup> Diese Äquivalenz besagt, dass beide Aussagen entweder gleichzeitig wahr oder gleichzeitig falsch sein müssen.<sup>47</sup> Ein Bikonditional drückt somit eine gegenseitige Abhängigkeit aus: Jede der Aussagen stellt eine notwendige und hinreichende Bedingung für die Gültigkeit der anderen dar.<sup>48</sup>

<sup>43</sup> BEATA WALCZAK/DÉSIRÉ L. MASSART, Rough sets theory, Chemometrics and intelligent laboratory systems 1/1999, S. 1–16, abrufbar unter: [https://doi.org/10.1016/S0169-7439\(98\)00200-7](https://doi.org/10.1016/S0169-7439(98)00200-7), S. 3; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 15 ff.; WILLARD VAN ORMAN QUINE, Mengenlehre und ihre Logik, Berlin 1973, S. 32 f.

<sup>44</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 80; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 7.

<sup>45</sup> Helmut Maier/Hans-Peter Reck, Elementare Zahlentheorie, Skript des Instituts für Zahlentheorie und Wahrscheinlichkeitstheorie der Universität Ulm, Ulm 2011, abrufbar unter: [https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website\\_uni\\_ulm/mawi.inst.zawa/lehre/11elzahl/Skript.pdf](https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/mawi.inst.zawa/lehre/11elzahl/Skript.pdf), S. 4; Jochen Ziegenbalg, Elementare Zahlentheorie: Beispiele, Geschichte, Algorithmen, 2. Aufl., Wiesbaden 2015, S. 32 f.

<sup>46</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 88 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 7.

<sup>47</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 88 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 7.

<sup>48</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 75; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 21.

Zahlenbeispiel: «Eine Zahl  $X$  ist genau dann durch die Zahlen 2 und 5 teilbar, wenn sie ohne Rest durch 10 teilbar ist.» Der Beweis stützt sich auf die Eindeutigkeit der Primfaktorzerlegung einer natürlichen Zahl  $X$ .<sup>49</sup> Enthält diese Zerlegung sowohl die Primzahlen 2 als auch 5, impliziert dies, dass  $X$  durch 10 teilbar ist, da 2 und 5 multipliziert 10 ergeben. Umgekehrt bedeutet die Teilbarkeit durch 10 die Präsenz von 2 und 5 in der Primfaktorzerlegung.<sup>50</sup>

$$(X_{\text{teilbar durch } 2} \wedge X_{\text{teilbar durch } 5}) \Leftrightarrow X_{\text{teilbar durch } 10}$$

Textbeispiel: «Ein Film ist ein Blockbuster [ $B_{\text{lockbuster}}$ ], wenn und nur wenn er weltweit hohe Einnahmen erzielt [ $E_{\text{innahmen}}$ ]». Dies stellt eine bikonditionale Beziehung dar, bei der die Definition eines Blockbusters direkt an die Bedingung weltweit hoher Einnahmen geknüpft ist und vice versa.

$$B_{\text{lockbuster}} \Leftrightarrow E_{\text{innahmen}}$$

### c. Und ( $\wedge$ )

[28] Der Und-Operator ( $\wedge$ ), bekannt als Konjunktion, ist ein fundamentales Konzept der Aussagenlogik, das eine Verbindung zwischen Teilaussagen herstellt.<sup>51</sup> Eine solche zusammengesetzte Aussage erweist sich nur dann als wahr, wenn sämtliche Einzelaussagen ebenfalls wahr sind.<sup>52</sup> In den Rechtswissenschaften wird in diesem Fall von kumulativen Kriterien gesprochen.<sup>53</sup>

Zahlenbeispiel: Die Aussage « $x > 0$  und  $x < 5$ » setzt voraus, dass der Wert von  $x$  gleichzeitig grösser als 0 und kleiner als 5 sein muss. Nur unter dieser doppelten Bedingung gilt die Gesamtaussage als wahr.

$$x > 0 \wedge x < 5$$

Textbeispiel: Die Aussage «Ein Restaurant bietet vegane [ $V_{\text{egan}}$ ] Gerichte an und hat eine Aussenterrasse [ $T_{\text{errasse}}$ ]» impliziert, dass das Restaurant sowohl vegane Speisen zur Auswahl stellt als auch eine Terrasse für das Speisen im Freien anbietet. Beide Kriterien müssen simultan erfüllt sein, damit die Aussage als Ganzes zutrifft.

$$V_{\text{egan}} \wedge T_{\text{errasse}}$$

---

<sup>49</sup> Fundamentalsatz der Arithmetik der Euklidzugesprochen wird; Maier/Reck(Fn. 45), S. 9; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 246.

<sup>50</sup> Maier/Reck(Fn. 45), S. 4; Schichl/Steinbauer(Fn. 13), S. 246.

<sup>51</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 77 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 7.

<sup>52</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 77 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 7.

<sup>53</sup> Der Begriff «kumulative Kriterien» wird unter anderem vom Schweizer Bundesgericht verwendet, vgl. statt vieler: BGE 147 IV 127, E. 2.2.2; 146 IV 105, E. 3.4.2; siehe ferner DIETER KRIMPHOVE, Der Einsatz von Fuzzy-Logik in der Rechtswissenschaft, Rechtslehre 4/1999, S. 540 ff., abrufbar unter: [https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/recthori30&div=46&g\\_sent=1&casatoken=&collection=journals](https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/recthori30&div=46&g_sent=1&casatoken=&collection=journals), S. 573.

**d. Entweder-oder ( $\vee$ )**

[29] Der Entweder-Oder-Operator ( $\vee$ ), auch bekannt als Disjunktion, repräsentiert eine «inklusive oder»-Relation.<sup>54</sup> Diese logische Operation garantiert die Wahrheit des Gesamtausdrucks, sofern mindestens eine der verknüpften Aussagen zutrifft.<sup>55</sup> In den Rechtswissenschaften wird in diesem Fall von alternativen Kriterien gesprochen.<sup>56</sup> Dieser Operator findet Anwendung in Kontexten, in denen mehrere mögliche Szenarien zu berücksichtigen sind.<sup>57</sup>

Zahlenbeispiel: Die Aussage «X ist entweder kleiner als 3 oder grösser als 5» ist wahr, falls X entweder kleiner als 3 oder grösser als 5 ist. Die Bedingung ist ebenfalls erfüllt, wenn beide Kriterien zutreffen.

$$X = 0 \vee X = 5$$

Textbeispiel: «Ein Student kann für sein Abschlussprojekt [ $E_{\text{Abschlussprojekt}}$ ] entweder ein Praktikum [ $P_{\text{Praktikum}}$ ] absolvieren oder eine Forschungsarbeit [ $F_{\text{Arbeit}}$ ] schreiben.» Hierbei wird der akademische Erfolg gewährleistet, indem der Student entweder das Praktikum erfolgreich durchführt oder eine Forschungsarbeit einreicht, die mit einer guten Note bewertet [ $B_{\text{Gut}}$ ] wird. Es ist zu beachten, dass die Durchführung des Praktikums und die Anfertigung der Forschungsarbeit sich nicht gegenseitig ausschliessen. Ein Student kann sich entscheiden, beides zu unternehmen.

$$E_{\text{Abschlussprojekt}} \Leftrightarrow P_{\text{Praktikum}} \vee (F_{\text{Arbeit}} \wedge B_{\text{Gut}})$$

**e. Nicht ( $\neg$ )**

[30] Der Nicht-Operator ( $\neg$ ), auch Negation genannt, invertiert den Wahrheitswert einer Aussage.<sup>58</sup> Das bedeutet, dass eine wahre Aussage durch die Anwendung der Negation falsch wird und umgekehrt.<sup>59</sup>

Zahlenbeispiel: «Es ist nicht der Fall, dass  $x = 5$ .» Falls x gleich 5 ist, resultiert die Anwendung der Negation in einer falschen Aussage und vice versa.

$$\neg (x = 5)$$

---

<sup>54</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 76 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 6.

<sup>55</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 76 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 6.

<sup>56</sup> Der Begriff «alternative Kriterien» wird u. a. regelmässig vom schweizerischen Bundesgericht verwendet. Vgl. statt vieler: Urteil des Bundesgerichts vom 11. Mai 2020, 4A\_613/2019, E. 3.1–5.5; ferner KRIMPHOVE (Fn. 53), S. 573.

<sup>57</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 76 f.; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 6.

<sup>58</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>59</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 78; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 6.

Textbeispiel: «In einem Naturpark ist es nicht erlaubt [ $E_{r\text{laubt}}$ ], wilde Tiere zu füttern [ $F_{\text{üttern}}$ ]. Daher ist jeder Besucher, der wilde Tiere füttert, im Widerspruch zu den Parkregeln [ $R_{\text{egelverstoß}}$ ].» Die Handlung des Tierfütterns verstößt gegen die Regel, die besagt, dass dies nicht getan werden darf. Wenn also jemand wilde Tiere füttert, ist diese Handlung nicht konform mit den Regeln des Parks.

$$\neg E_{r\text{laubt}}(F_{\text{üttern}}) \Leftrightarrow R_{\text{egelverstoß}}(F_{\text{üttern}})$$

#### f. Universalquantor ( $\forall$ )

[31] Der Universalquantor ( $\forall$ ) findet Anwendung in der Formulierung von Aussagen, die universelle Gültigkeit beanspruchen, d.h., sie gelten ausnahmslos für jedes Element einer spezifizierten Menge oder Gruppe.<sup>60</sup>

Zahlenbeispiel: «Für alle  $x$  in den natürlichen Zahlen gilt, dass  $x \geq 0$ .» Dies impliziert, dass sämtliche natürliche Zahlen  $x$  die Eigenschaft besitzen, nicht negativ zu sein.<sup>61</sup>

$$\forall n \in \mathbb{N}: n \geq 0$$

Textbeispiel: «In jedem Land [ $L_{\text{and}}$ ] der Welt wird mindestens eine Art [ $B_{\text{rotsorten}}$ ] von Brot [ $B_{\text{rot}}$ ] gegessen.» Dies bedeutet, dass Brot als Nahrungsmittel eine globale Präsenz aufweist und in jeder Kultur vertreten ist.

$$\forall L_{\text{and}} \in L_{\text{änder}}: \# \{B_{\text{rot}} \in B_{\text{rotsorten}} \mid B_{\text{rot}} \text{ wird in } L_{\text{and}} \text{ gegessen}\} \geq 1$$

[32] Die Verwendung der Kardinalitätsnotation  $\#$ , welche die Anzahl der Elemente einer Menge angibt, ermöglicht eine präzise und quantifizierbare Darstellung solcher Aussagen.<sup>62</sup>

#### g. Existenzquantor ( $\exists$ )

[33] Der Existenzquantor ( $\exists$ ) spielt eine zentrale Rolle in der mathematischen Logik, indem er die Existenz mindestens eines Elements innerhalb einer Menge postuliert, das eine spezifizierte Bedingung erfüllt.<sup>63</sup> Diese Quantifizierung ist essenziell für die Konstruktion von Existenzaussagen.<sup>64</sup>

---

<sup>60</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 17; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 92 ff.

<sup>61</sup> Maier/Reck(Fn. 45), S. 3; Schichl/Steinbauer(Fn. 13), S. 284 ff.

<sup>62</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 79; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 176; weiter wird die Möglichkeit, die Anzahl Elemente einer Menge zu zählen, genauer in folgender Quelle diskutiert: FELIX BERNSTEIN, Untersuchungen aus der Mengenlehre, Mathematische Annalen 1905, S. 117 ff., abrufbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01457734>, S. 118 ff.

<sup>63</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>64</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 95; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 16.

Zahlenbeispiel: Die Behauptung «Es existiert eine natürliche Zahl  $x$ , die grösser als 7 ist.», illustriert den Gebrauch des Existenzquantors. Dies wird durch das Beispiel der Zahl 8 verifiziert, welche eine natürliche Zahl darstellt, die gleichzeitig grösser als 7 ist.

$$\exists n \in \mathbb{N}: n \geq 7$$

Textbeispiel: Es gibt mindestens eine Person [ $P_{\text{ersonen}}$ ] auf der Welt, die Sarah [ $S_{\text{arah}}$ ] heisst. Dies impliziert, dass unter der globalen Population mindestens ein Individuum existiert, auf welches die Namensbedingung zutrifft.

$$\exists p \in P_{\text{ersonen}}: S_{\text{arah}}(p)$$

## h. Teilmenge ( $\subseteq$ )

[34] Der Teilmengenoperator ( $\subseteq$ ) etabliert eine fundamentale Relation zwischen zwei Mengen, indem er die Inklusion aller Elemente einer Menge, der sogenannten Untermenge, in einer anderen Menge, der Obermenge, beschreibt.<sup>65</sup> Es ist dabei essenziell, dass die Identität beider Mengen als spezieller Fall dieser Beziehung erfasst wird, was bedeutet, dass die Untermenge identisch mit der Obermenge sein darf.<sup>66</sup>

Zahlenbeispiel: Unter Betrachtung der Menge  $\{1, 2\}$  [ $A$ ] als Untermenge und  $\{1, 2, 3, 4\}$  [ $B$ ], als Obermenge, so ist offensichtlich, dass jedes Element der Untermenge sich ebenfalls in der Obermenge befindet.<sup>67</sup>

$$A \subseteq B$$

Textbeispiel: «In der Welt des Sports stellt sich die Frage, wie die Gruppe der Fussballspieler in Bezug auf die umfassendere Gruppe aller Sportler einzuordnen ist, insbesondere hinsichtlich der Zugehörigkeit und Überschneidungen zwischen diesen beiden Gruppen.» Konkret ist die Gruppe der Fussballspieler [ $F_{\text{ussballspieler}}$ ] eine Untermenge der Gruppe aller Sportler [ $S_{\text{portler}}$ ]. Dies bedeutet, dass zwar jeder Fussballspieler zwangsläufig ein Sportler ist, jedoch nicht alle Sportler Fussballspieler sind.

$$F_{\text{ussballspieler}} \subseteq S_{\text{portler}}$$

## i. Vereinigung ( $\cup$ )

[35] Die Operation der Vereinigung zweier Mengen resultiert in der Bildung einer neuen Menge, die sämtliche Elemente umfasst, welche in mindestens einer der beiden ursprünglichen Mengen

---

<sup>65</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 129; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 26.

<sup>66</sup> SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 130; VAN ORMAN QUINE (Fn. 43), S. 14, 105 f.; WALCZAK/MASSART (Fn. 43), S. 4.

<sup>67</sup> Oliver Dieser, *Einführung in die Mengenlehre: die Mengenlehre Georg Cantors und ihre Axiomatisierung durch Ernst Zermelo*, 3. A., Berlin/Heidelberg 2010, S. 35; Ebbinghaus (Fn. 12), S. 26.

enthalten sind.<sup>68</sup> Dabei ist anzumerken, dass Elemente, die in beiden Mengen vorkommen, in der Vereinigungsmenge nur einmal gezählt werden.<sup>69</sup>

Zahlenbeispiel: Die Vereinigung der Mengen  $\{1, 2, 3\}$  [A] und  $\{3, 4, 5\}$  [B] führt zur Menge  $\{1, 2, 3, 4, 5\}$  [C], wobei das Element 3, das in beiden Ausgangsmengen präsent ist, in der resultierenden Menge nur einmal aufgeführt wird.<sup>70</sup>

$$A \cup B = C$$

Textbeispiel: Die Vereinigung der Gruppe von Personen, die Fantasy-Bücher lesen [ $P_{\text{Fantasy}}$ ], und der Gruppe von Personen, die Science-Fiction-Bücher lesen [ $P_{\text{Science-Fiction}}$ ], ergibt eine Gruppe von Lesern, die entweder Fantasy, Science-Fiction oder beides mögen [ $P_{\text{Fantasy oder Science-Fiction}}$ ].

$$P_{\text{Fantasy oder Science-Fiction}} = P_{\text{Fantasy}} \cup P_{\text{Science-Fiction}}$$

#### j. Schnittmenge ( $\cap$ )

[36] Der Schnittmengen-Operator ( $\cap$ ) definiert eine Menge, welche ausschliesslich jene Elemente umfasst, die in zwei spezifischen Mengen gleichzeitig vorhanden sind.<sup>71</sup> Diese definierte Schnittmenge stellt eine Teilmenge jeder der beiden verglichenen Mengen dar.<sup>72</sup>

Zahlenbeispiel: Die Schnittmenge der Mengen  $\{1, 2, 3\}$  [A] und  $\{2, 3, 4\}$  [B] besteht aus den Elementen  $\{2, 3\}$  [C], da nur diese Zahlen in beiden Ausgangsmengen enthalten sind.<sup>73</sup>

$$A \cap B = C$$

Textbeispiel: Die Schnittmenge von Leuten, die gerne Gitarre [ $M_{\text{Gitarre}}$ ] spielen, und Leuten, die gerne singen [ $M_{\text{Singen}}$ ], ist die Gruppe von Menschen, die sowohl Gitarre spielen als auch singen können [ $S_{\text{owohl}}$ ].» So bildet die Schnittmenge jene Menschen ab, die die Fähigkeit besitzen, beide künstlerischen Tätigkeiten auszuüben.

$$M_{\text{Gitarre}} \cap M_{\text{Singen}} = S_{\text{owohl}}$$

---

<sup>68</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 31; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 129.

<sup>69</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 31 f.; KENNETH KUNEN, Set theory an introduction to independence proofs, Austin 2014, S. 9 ff.

<sup>70</sup> DIESER (Fn. 67), S. 37; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 31 f.

<sup>71</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 29; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 133.

<sup>72</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 29; KUNEN (Fn. 69), S. 9; VAN ORMAN QUINE (Fn. 43), S. 240 f.

<sup>73</sup> DIESER (Fn. 67), S. 37; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 29.

**k. Leere Menge ( $\emptyset$ )**

[37] Die leere Menge ( $\emptyset$ ) stellt ein fundamentales Konzept innerhalb der Mengenlehre dar, indem sie eine Menge ohne Elemente definiert.<sup>74</sup> Als die einzige Menge, die leer ist, spielt sie eine zentrale Rolle als Referenzpunkt in der Analyse von Mengenbeziehungen und -eigenschaften.<sup>75</sup>

Zahlenbeispiel: Die Lösungsmenge der Gleichung  $[x^2 + 1 = 0]$  innerhalb der Menge der reellen Zahlen ( $\mathbb{R}$ ) ist leer, da keine reelle Zahl existiert, die diese Bedingung erfüllt.<sup>76</sup>

$$\{x \in \mathbb{R} \mid x^2 + 1 = 0\} = \emptyset$$

Textbeispiel: Die Liste der Dinosaurier  $[D_{ino}]$ , die heute noch leben  $[D_{lebt}]$ , ist eine leere Menge.» Dies illustriert, dass unter den heute lebenden, bekannten Arten keine Dinosaurier existieren.

$$D_{lebt} = \{D_{ino} \in D_{inos} \mid D_{ino} \text{ lebt}\} = \emptyset$$

Mengenbeispiel: Die Menge der Zahlen, welche sowohl gerade als auch ungerade sind, ist leer.» Dies reflektiert die Tatsache, dass keine Zahl gleichzeitig beide Eigenschaften erfüllen kann, da Geradheit und Ungeradheit disjunkte Kategorien darstellen.

$$\{0, 2, 4, \dots\} \cap \{1, 3, 5, \dots\} = \emptyset$$

**l. Implikation ( $\rightarrow$ )**

[38] Die Anwendung logischer Operatoren beschränkt sich nicht ausschliesslich auf die Grundlagen der Mengenlehre: Sie erstreckt sich auch auf komplexere Konzepte wie die funktionale Abhängigkeit, die insbesondere in der Informationstechnologie und im Kontext relationaler Datenbanken von Bedeutung ist.<sup>77</sup> Der Implikationsoperator ( $\rightarrow$ ) dient dazu, eine solche funktionale Abhängigkeit auszudrücken, bei der das Vorhandensein oder der Wert eines Attributs eindeutig durch das Vorhandensein oder den Wert eines anderen Attributs bestimmt wird.<sup>78</sup>

Zahlenbeispiel: In einer Tabelle, die Kontodaten speichert, definiert die Kontonummer  $[K_{ontonummer}]$  (z.B. 123456789) eindeutig den Kontostand  $[K_{ontostand}]$  (z.B. 1'000 CHF).» Dies bedeutet, dass bei gegebener Kontonummer der Kontostand eindeutig determiniert ist.

$$K_{ontonummer} \rightarrow K_{ontostand}$$

---

<sup>74</sup> DIESER (Fn. 67), S. 33; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 29; SCHICHL/STEINBAUER (Fn. 13), S. 128.

<sup>75</sup> EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 29; WHITEHEAD/RUSSELL (Fn. 12), S. 29.

<sup>76</sup> Ebbinghaus(Fn. 12), S. 84; Schichl/Steinbauer(Fn. 13), S. 343.

<sup>77</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>78</sup> EDGAR F. CODD, A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks, Communications of the ACM 6/1970, S. 377 ff., <https://www.seas.upenn.edu/~zives/03f/cis550/codd.pdf>, S. 377 ff.; GEHRING/GABRIEL (Fn. 32), S. 635 ff.

Textbeispiel: Bei einem Buchklub, der jedem Mitglied ein Buch des Monats zuschickt, bestimmt die Adresse [ $A_{\text{adresse}}$ ] des Mitglieds das Ziel der Lieferung. Sobald die Adresse eines Mitglieds bekannt ist, kann daraus direkt der Lieferort [ $L_{\text{lieferort}}$ ] für das Buch des Monats abgeleitet werden.» Diese funktionale Abhängigkeit zeigt, dass aus der bekannten Adresse direkt der Zielort der Lieferung abgeleitet werden kann.

$$A_{\text{adresse}} \rightarrow L_{\text{lieferort}}$$

[39] Nicht alle Variablenbeziehungen weisen funktionale Abhängigkeiten auf. Ein illustratives Beispiel hierfür ist die fehlende funktionale Abhängigkeit zwischen der Rechnungsadresse eines Mitglieds und dem Lieferort des Buches, beispielsweise wenn ein Mitglied die Kosten für sich und einen Verwandten übernimmt. Es kann nicht automatisch von der Rechnungsadresse [ $R_{\text{rechnungsadresse}}$ ], auf den Lieferort [ $L_{\text{lieferort}}$ ] geschlossen werden.

$$\nabla (R_{\text{rechnungsadresse}} \rightarrow L_{\text{lieferort}})$$

### 2.2.3. Präzedenz

[40] Schlussendlich sei auch das Konzept der Präzedenz<sup>79</sup> erwähnt. Dieses wird auch als Operatorrangfolge bezeichnet und spielt eine wesentliche Rolle bei der Auswertung mathematischer und logischer Ausdrücke.<sup>80</sup> Es definiert die Reihenfolge, in welcher Operatoren innerhalb eines Ausdrucks bearbeitet werden, wobei Operatoren höherer Präzedenz Vorrang vor jenen niedrigerer Präzedenz haben.<sup>81</sup> Diese Regelung ermöglicht eine eindeutige Interpretation auch in Abwesenheit expliziter Klammern.

[41] Ein Beispiel für die Anwendung der Präzedenzregel ist die Berechnung [ $2 \times 5 + 3 = 13$ ], die korrekterweise als [ $2 \times 5 + 3 = 13$ ] und nicht [ $2 \times (5 + 3) = 16$ ] interpretiert wird.<sup>82</sup> Die entsprechende Regel lautet: «Punkt vor Strich»<sup>83</sup> und besagt, dass Multiplikationen und Divisionen vor Additionen und Subtraktionen ausgeführt werden, da sie eine höhere Präzedenz besitzen.<sup>84</sup> Es ist anzumerken, dass die Auswertungsreihenfolge durch das Setzen von Klammern explizit geändert werden kann.

[42] Kommen mehrere Operatoren gleicher Präzedenz nebeneinander vor, so gilt die Konvention, den Ausdruck von links nach rechts auszuwerten.<sup>85</sup> Bei aufeinanderfolgenden Operatoren gleicher Präzedenz, wie in der Sequenz [ $5 - 3 + 2$ ] erfolgt die Auswertung von links nach rechts, was zur Auswertung als [ $(5 - 3) + 2$ ] führt und nicht als [ $5 - (3 + 2)$ ].<sup>86</sup> Diese Konvention zur links-

<sup>79</sup> ALFRED V. AHO/MONICA S. LAHM/RAVI SETHI/JEFFREY D. ULLMAN, *Compilers: Principles, Techniques, and Tools*, 2. A., Boston 2013, S. 48; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 17.

<sup>80</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 48; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 17.

<sup>81</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 48; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 17.

<sup>82</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 48; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 17.

<sup>83</sup> Siehe nachfolgend.

<sup>84</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 8; JASON TAFF, *Rethinking the Order of Operations (or What Is the Matter with Dear Aunt Sally?)*, *The Mathematics Teacher* 2/2017, S. 126 ff., <https://doi.org/10.5951/mathteacher.111.2.0126>, S. 127.

<sup>85</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 48; TAFF (Fn. 84), S. 129.

<sup>86</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 48; TAFF (Fn. 84), S. 129.

seitigen Auswertung stellt sicher, dass Ausdrücke auch ohne Klammern konsistent interpretiert werden können.<sup>87</sup>

#### 2.2.4. Äquivalenz von Boolescher Logik und Mengenlehre

[43] Die Notationen der Booleschen Logik und der Mengenlehre ermöglichen eine kompakte und eindeutige Schreibweise für komplexe Zusammenhänge. Dabei sind gewisse Konzepte aus Boolescher Logik und Mengenlehre formal äquivalent, weshalb für die Darstellung von Aussagen oft beide Notationen verwendet werden können.<sup>88</sup> Der Anwender der Methode kann somit die Schreibweise verwenden, welche die logischen Zusammenhänge am intuitivsten darstellt. Diese Austauschbarkeit der Notation wird anhand eines Beispiels zur Teilbarkeit von Zahlen verdeutlicht.

[44] Gegeben sind zwei Aussagen:

*A*: «*n* ist durch 2 teilbar»

*B*: «*n* ist durch 3 teilbar»

[45] Gegeben sind darüber hinaus die folgenden zwei Mengen der natürlichen Zahlen, welche diese Aussagen erfüllen:

$$S_A = \{n \in \mathbb{N} \mid n \text{ ist durch } 2 \text{ teilbar}\} = \{2, 4, 6, \dots\}$$

$$S_B = \{n \in \mathbb{N} \mid n \text{ ist durch } 3 \text{ teilbar}\} = \{3, 6, 9, \dots\}$$

[46] Der Begriff der Teilbarkeit kann wie folgt verstanden werden: Eine natürliche Zahl *n* ist durch eine positive natürliche Zahl *m* teilbar, wenn eine ganze Zahl *k* existiert, so dass  $n = k \times m$ . Die beiden Aussagen *A* und *B* können somit wie folgt umschrieben werden:

$$A \Leftrightarrow \exists m \in \mathbb{N}: n = 2 \times m$$

$$B \Leftrightarrow \exists k \in \mathbb{N}: n = 3 \times k$$

[47] Es lässt sich beobachten, dass sich der Operator «UND» ( $\wedge$ ) bei Aussagen gleich verhält wie der Operator «SCHNITTMENGE» ( $\cap$ ) bei Mengen. Dies gilt ebenso für den Operator «ODER» ( $\vee$ ) bei Aussagen und den Operator «VEREINIGUNG» ( $\cup$ ) bei Mengen. Um die Äquivalenz und Anwendung beider Formalismen zu veranschaulichen, werden zunächst der Operator «UND» auf die Aussagen *A* und *B* angewandt und anschliessend der Mengenoperator «SCHNITTMENGE» auf die Mengen  $S_A$  und  $S_B$ .

$$A \wedge B \Leftrightarrow \exists k, m \in \mathbb{N}: n = 2 \times k = 3 \times m$$

[48] Die Tatsache, dass sowohl 2 als auch 3 Primzahlen sind und die Tatsache, dass die Primfaktorzerlegung einer natürlichen Zahl eindeutig ist, lassen den Schluss zu, dass *n* die Form  $n = 2 \times 3 \times j$  für ein bestimmtes  $j \in \mathbb{N}$  haben muss. Es wird deutlich, dass  $[A \wedge B]$  äquivalent zu

---

<sup>87</sup> AHO et al. (Fn. 79), S. 48 ff.; TAFF (Fn. 84), S. 129.

<sup>88</sup> VAN ORMAN QUINE (Fn. 43), S. 14 ff.; EBBINGHAUS (Fn. 12), S. 3 f.

der Aussage ist, dass  $n$  durch  $[2 \times 3 = 6]$  teilbar ist. Diese Aussage wird als  $C = A \wedge B$  bezeichnet und definiert die Menge.

$$S_C = \{n \in \mathbb{N} \mid n \text{ ist durch } 6 \text{ teilbar}\} = \{6, 12, 18, \dots\}$$

[49] Wird der alternative Weg gewählt, lässt sich die Schnittmenge von  $S_A$  und  $S_B$  berechnen. Hierbei ergibt sich:

$$S_A \cap S_B = \{2, 4, 6, 8, 10, 12, \dots\} \cap \{3, 6, 9, 12, \dots\} = \{6, 12, \dots\} = S_C$$

[50] Ähnlich wäre  $[A \vee B]$  äquivalent zu  $S_A \cup S_B$ . Somit kann die formale Äquivalenz zwischen Aussagen der Booleschen Logik und Mengenoperationen illustriert werden, da beide Operatoren auf ihrer jeweiligen Notation die gleiche Wirkung haben.

### 2.3. Zwischenfazit

[51] Um auf das anfänglich angeführte Beispiel der Abbildung eines Rezepts zurückzukommen, werden die in Teil 2.2.1 (oben) identifizierten Variablen nun anhand der passenden Operatoren in einen Konnex gebracht.

GSK 1 – grob:

$$S_{\text{Spaghetti Carbonara}} = S_{\text{Spaghetti}} \wedge C_{\text{Sauce}} \wedge W_{\text{Ärmebedarf}}^{89}$$

[52] Die Variablen zeigen hier durch ihren Wert («wahr» oder «falsch») an, ob die entsprechenden Zutaten vorhanden sind. Sind keine Spaghetti vorhanden [ $S_{\text{Spaghetti}} = \text{falsch}$ ] dann muss auch [ $S_{\text{Spaghetti Carbonara}} = \text{falsch}$ ] gelten und es sind keine Spaghetti Carbonara vorhanden. Weiter kann die Variable Carbonara Sauce nun auch genauer beschrieben werden. Sie wird als Menge mit Elementen Ei, Pancetta und Parmesan definiert, da die Schreibweise hier als Menge am natürlichsten erscheint. Im Kontext von «GSK 1 – Grob» wird dann [ $C_{\text{Sauce}}$ ] als «wahre» Aussage interpretiert, wenn die drei Zutaten vorhanden sind. Hierbei wird bewusst darauf verzichtet, die beiden Interpretationen von [ $C_{\text{Sauce}}$ ] zu unterscheiden. Konkret wäre es denkbar, für die Interpretation als Menge (wie in «GSK 1 – Grob») und die Interpretation als Aussage (wie in «GSK 1 – verfeinert») unterschiedliche Variablen zu verwenden. Für die Leserlichkeit wird stattdessen nur [ $C_{\text{Sauce}}$ ] als Variable verwendet, mit dem Wissen, dass erst der Kontext die genaue Interpretation erlaubt.

GSK 1 – verfeinert:

$$C_{\text{Sauce}} = \{Ei, P_{\text{ancetta}}, P_{\text{armesan}}\}^{90}$$

[53] Die grobe Variante von GSK1 kann durch ein zusätzliches Kriterium weiter verfeinert werden. Konkret darf keine Sahne [ $N_{\text{Sahne}}$ ] in der Carbonara Sauce sein.

---

<sup>89</sup> Interpretation: «Das Gericht Spaghetti Carbonara entspricht Spaghetti mit Carbonara Sauce, wobei eine Wärmequelle existieren muss.».

<sup>90</sup> Interpretation: «Eine Carbonara Sauce besteht aus Ei, Pancetta und Parmesan.».

GSK 1 – weiter verfeinert:

$$S_{paghetti\ Carbonara} = S_{paghetti} \wedge C_{Sauce} \wedge W_{\text{Wärmebedarf}} \wedge N_{Sahne}(C_{Sauce})^{91}$$

[54] Abschliessend lässt sich als Zwischenfazit festhalten, dass die Mathematik eine Vielzahl an Operatoren und Rechenregeln bietet, mit denen komplexe Aussagen prägnant dargestellt werden können.

[55] Zunächst ist die Definition von Variablen erforderlich, welche die Kernkonzepte eines Textes repräsentieren. Diese Variablen lassen sich anschliessend zu neuen Konzepten zusammenführen und in Beziehung setzen.

[56] Die Darstellung dieser Zusammenhänge durch Gleichungen bietet verschiedene Vorteile: Einerseits werden die Relationen innerhalb einer Gleichung deutlich. Sprachliche Unschärfen lassen sich gezielt reduzieren. Zwar können sprachliche Unschärfe und allgemeine gefasste Formulierungen in bestimmten Fällen nützlich oder gewollt sein, etwa in der Gesetzgebung, in welcher technologische und gesellschaftliche Veränderungen abgedeckt werden sollen. Selten gilt dies jedoch für juristische Argumentationen, deren logischen Überlegungen klar und eindeutig ausgedrückt werden sollten. Schliesslich erleichtern die Gleichungen die Kombination mehrerer Aussagen und die Vereinfachung der resultierenden Ausdrücke mit mathematischen Formeln.

[57] Die mathematische Darstellung kann dadurch das Verständnis der zugrundeliegenden Struktur der Aussagen fördern, was im folgenden Kapitel verdeutlicht wird.

### 3. Rechtswissenschaftliches Anwendungsbeispiel

[58] In Einklang mit den in der Einführung dargelegten Zielen des Beitrags, die Darstellung und Analyse juristischer Texte mittels mathematischer Konzepte zu durchleuchten, widmet sich dieser Abschnitt einem praktischen Anwendungsbeispiel. Die Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Konzeption wird anhand einer spezifischen juristischen Fragestellung untersucht. Konkret wird ein Aufsatz<sup>92</sup> analysiert, der sich mit den Begriffen und einzelnen Aspekten der wirtschaftlichen Berechtigung an digitalen Werten aus der Sicht der Geldwäschereigesetzgebung auseinandersetzt.<sup>93</sup> Ein zentraler Fokus liegt dabei insbesondere auf der Frage, ob auf DLT (Distributed Ledger Technology) basierte Token und digitale Werte als Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes (GwG) angesehen werden können.<sup>94</sup>

[59] Für die Analyse werden die Primärvariablen der Vermögenswerte  $[V_{\text{Werte}}]$ , DLT basierter Token  $[T_{\text{oken}}]$  und digitaler Vermögenswerte<sup>95</sup>  $[D_{V\text{Werte}}]$  herangezogen. Genannte Vorgehenswei-

---

<sup>91</sup> Interpretation: «Das Gericht Spaghetti Carbonara entspricht Spaghetti mit Carbonara Sauce, wobei eine Wärmequelle existieren muss und keine Sahne in der Carbonara Sauce sein darf.»

<sup>92</sup> Nachfolgend analysiert und abgebildet wird ein Teil des Beitrags von CORNELIA STENDEL, *Wirtschaftliche Berechtigung an digitalen Werten*, in: Jusletter 22. August 2022. Für die Analyse werden entsprechende Textabschnitte im Fliesstext dargestellt. Sämtliche Ausführungen zur Bildung der Variablen, sofern nicht anders indiziert, beziehen sich auf diesen Aufsatz.

<sup>93</sup> Siehe STENDEL (Fn. 92), Rz. 1 ff.

<sup>94</sup> STENDEL (Fn. 92), Rz. 1 ff.

<sup>95</sup> Der Begriff der «Werte», der sich hinsichtlich «digitaler Werte» eingebürgert hat, ist im Kontext der Variablisierung von Begriffen, die mit Vermögenswerten im Zusammenhang stehen, eher unglücklich. So ist «Wert» mit Blick auf «digitale Werte» in einem *nicht wirtschaftlichen Sinne*, also eher als Container, zu verstehen. Entsprechend ist eine Abgrenzung zu «Wert» mit Konnex zu Werthaltigkeit im Sinne eines wirtschaftlichen Vorteils wichtig.

se soll ermöglichen, die theoretischen Überlegungen praktisch anzuwenden und zu überprüfen, inwieweit die Reduktion juristischer Argumentationen auf ihre grundlegenden logischen Strukturen mittels Mengenlehre und Operatoren der Booleschen Algebra die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der juristischen Logik verbessern kann.

[60] Zu diesen Zwecken genügt eine teilweise vereinfachende Darstellung der Definitionen. Die Analyse erhebt entsprechend nicht den Anspruch auf Vollständigkeit und absolute Präzision.

### 3.1. Vermögenswerte

[61] Nachfolgend werden die relevanten Textabschnitte bezüglich ihrer Begrifflichkeiten analysiert, um die Variablen definieren und eine Gleichungsskizze (GSK) aufstellen zu können.<sup>96</sup>

*«[1] Digitale Werte sind von geldwäschereirechtlicher Bedeutung, wenn sie «Vermögenswerte» im Sinne des Geldwäschereigesetzes darstellen. Wer nach einer Definition dieses Begriffs sucht, wird im Strafgesetzbuch fündig – das Geldwäschereigesetz hilft diesbezüglich nur bedingt weiter. Der Schweizer Gesetzgeber orientierte sich beim Erlass von Art. 305ter Abs. 1 StGB an der sehr breiten Begriffsdefinition der Europäischen Geldwäscherei Richtlinie. In der Botschaft zum Schweizer Strafgesetzbuch aus dem Jahr 1989 ist diesbezüglich zu lesen: «Für die Geldwäscherei ist typisch, dass sie sich jeder denkbaren wirtschaftlichen Transaktion und aller vorstellbaren geldwerten Vorteile bedient. Daher ist es angebracht, einen möglichst weiten Begriff des Tatobjekts zu wählen. Er soll, in Anlehnung an Artikel 58 StGB, neben Geld in allen Formen und Währungen auch etwa Wertpapiere, Gläubigerrechte überhaupt, Edelmetalle und -steine, alle anderen Arten von Fährnis, ja sogar Grundstücke und Rechte an solchen erfassen». Auch das Bundesgericht versteht unter geldwäschereirechtlich relevanten Vermögenswerten, die gemäss dem damaligen Art. 58 StGB und heutigem Art. 70 ff. StGB allenfalls der Einziehung unterliegen, «alle wirtschaftlichen Vorteile, die sich rechnerisch ermitteln lassen und die direkt oder indirekt durch die strafbare Handlung erlangt worden sind»*

*[2] Übereinstimmend mit den Materialien und dem Bundesgericht folgt auch die Lehre einiger «juristisch-wirtschaftlichen Vermögenskonzeption», die sämtliche rechtlich geschützten oder rechtlich jedenfalls nicht missbilligten wirtschaftlichen Werte erfasst.»*

[62] Ausgehend vom vorliegenden Text definiert sich die Primärvariable der Vermögenswerte  $[V_{\text{Werte}}]$  einerseits als alle wirtschaftlichen Vorteile  $[W_{\text{Vorteile}}]$ , die sich rechnerisch ermitteln lassen  $[R_{\text{ermitteln}}]$ . Andererseits muss der jeweilige Wert der juristisch-wirtschaftlichen Vermögenskonzeption  $[JW_{\text{Konzept}}]$  entsprechen. Dies trifft laut Text auf alle rechtlich geschützten  $[R_{\text{geschützt}}]$  oder zumindest nicht missbilligten  $[N_{\text{missbilligt}}]$  wirtschaftlichen Werte zu. Für die Aufstellung einer Gleichungsskizze bedeutet dies, dass sich Vermögenswerte so definieren, dass sie einen wirtschaftlichen Vorteil darstellen, der quantifizierbar ist und unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption fällt. Daraus ergibt sich folgende Gleichungsskizze:

---

<sup>96</sup> Es folgt ein Auszug aus STENDEL (Fn. 92), Rz. 1 f.

GSK 1 – grob:

$$V_{\text{Werte}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid R_{\text{ermitteln}}(w) \wedge JW_{\text{Konzept}}(w)\}^{97}$$

[63] Die GSK lässt sich nun mit den zusätzlichen Kriterien verfeinern (etwas vereinfachend):

GSK 1 – verfeinert:

$$\forall w \in W_{\text{Vorteile}}: JW_{\text{Konzept}}(w) \Leftrightarrow R_{\text{geschützt}}(w) \vee N_{\text{missbilligt}}(w)^{98}$$

GSK 1 – weiter verfeinert:

$$V_{\text{Werte}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid R_{\text{ermitteln}}(w) \wedge (R_{\text{geschützt}}(w) \vee N_{\text{missbilligt}}(w))\}^{99}$$

[64] Im Folgenden sollen Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes [ $V_{\text{Werte}}^{\text{GWG}}$ ] untersucht werden. Dafür sind Normativ- und Ausschlussvariablen zu identifizieren.<sup>100</sup>

«[10] Als Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes gelten – trotz der sehr weiten Auslegung – nicht sämtliche handelbaren Sachen oder Rechte, sondern, unter Berücksichtigung der Ausrichtung des Geldwäschereigesetzes auf Finanzgeschäfte, lediglich solche, die dem Finanzsektor zugeordnet werden.

[11] Inwiefern ein Bezug zum Finanzsektor besteht, lässt sich kaum über den Begriff des Vermögenswertes an sich bestimmen. Vielmehr dürfte dies vorwiegend von den Dienstleistungen abhängen, die im Zusammenhang mit dem Vermögenswert erbracht werden. Gemäss Art. 2 Abs. 3 GwG gelten insbesondere die Annahme, Aufbewahrung, Anlage oder Übertragung als Dienstleistungen, die in den Anwendungsbereich des Gesetzes fallen. Gemäss Botschaft von 1996 und Lehre sind Vermögenswerte, die nicht typischerweise im Finanzsektor gehandelt werden, wie etwa Immobilien – dieser Punkt wird in der Botschaft 2013 erneut aufgenommen –, Antiquitäten, Kunst oder Pferde grundsätzlich nicht vom Gesetz erfasst. Die Durchsicht der einschlägigen Materialien und Lehre ergibt jedoch keinen Hinweis darauf, dass die vorliegend interessierenden digitalen Werte als grundsätzlich nicht zum Finanzmarkt zugehörig interpretiert würden. Im Gegenteil wird festgehalten, dass «Kryptowährungen und Tokens, welche auf einer Distributed- Ledger-Technologie beruhen» als Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes zu betrachten seien.

[12] Für die vorliegende Frage der wirtschaftlichen Berechtigung an digitalen Werten ist in diesem Zusammenhang also mitzunehmen, dass digitale Werte in der Lehre jedenfalls nicht als grundsätzlich nicht zum Finanzmarkt gehörend qualifiziert werden und zumindest dann, wenn ihnen ein wirtschaftlicher Wert zukommt, deren Annahme, Aufbewahrung, Anlage oder Übertragung als Finanzintermediation qualifiziert werden dürfte. Ähnlich sieht dies mitunter auch die FINMA. In ihrer Wegleitung für Unterstellungsfragen betreffend sogenannter ICO (Initial Coin Offerings) vom 16. Februar 2018 qualifizierte die

<sup>97</sup> Interpretation: «Vermögenswerte sind wirtschaftliche Vorteile, welche rechnerisch ermittelbar sind und unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption fallen».

<sup>98</sup> Interpretation: «Ein wirtschaftlicher Vorteil fällt genau dann unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption, wenn er rechtlich geschützt oder zumindest nicht missbilligt ist.».

<sup>99</sup> Interpretation: «Vermögenswerte sind wirtschaftliche Vorteile, welche rechnerisch ermittelbar sind, und rechtlich geschützt oder zumindest nicht missbilligt werden.».

<sup>100</sup> Auszug aus STENDEL (Fn. 92), Rz. 10–12.

*Behörde insbesondere Zahlungs-Token als Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes.»*

[65] Damit Vermögenswerte geldwäschereirechtliche Relevanz haben, müssen sie dem Finanzsektor zuordenbar sein [ $F_{\text{Finanzsektor}}$ ]. Eine konkrete Zuordnung hängt – für die vorliegenden Zwecke etwas verkürzt definiert – primär von der jeweiligen Dienstleistung ab, die in Zusammenhang mit dem betroffenen Vermögenswert erbracht wird [ $DL$ ]. Die relevante Dienstleistung kann eine Annahme [ $A_{\text{annahme}}$ ], Aufbewahrung [ $A_{\text{aufbewahrung}}$ ], Anlage [ $A_{\text{anlage}}$ ] oder Übertragung [ $\ddot{U}_{\text{bertragung}}$ ] der Vermögenswerte sein. Es sind zudem solche Vermögenswerte ausgeschlossen, die nicht typischerweise im Finanzsektor gehandelt werden [ $N_{\text{Finanzsektor}}$ ]. Diese Ausschlussvariable bricht sich (ebenfalls wieder etwas vereinfachend) weiter auf in Antiquitäten [ $A_{\text{antiquitäten}}$ ], Kunst [ $K_{\text{unst}}$ ] oder Pferde [ $P_{\text{ferde}}$ ]. GSK 1 für Vermögenswerte muss somit um die Normativvariable und Ausschlussvariablen ergänzt werden:

GSK 1 – ergänzt:

$$\forall w \in V_{\text{Werte}}: \text{GWG}(w) \Rightarrow F_{\text{Finanzsektor}}(w)^{101}$$

GSK 2:

$$V_{\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid \text{Rermitteln}(w) \wedge \text{JW}_{\text{Konzept}}(w) \wedge F_{\text{Finanzsektor}}(w)\}^{102}$$

GSK 2 – verfeinert:

$$\forall w \in V_{\text{Werte}}: F_{\text{Finanzsektor}}(w) \Rightarrow w \in DL^{103}$$

GSK 2 – verfeinert:

$$\forall d \in DL: \text{GWG}(d) \Rightarrow d \in (A_{\text{annahme}} \cup A_{\text{aufbewahrung}} \cup A_{\text{anlage}} \cup \ddot{U}_{\text{bertragung}})^{104}$$

GSK 2 – verfeinert:

$$\forall w \in V_{\text{Werte}}: F_{\text{Finanzsektor}}(w) \Rightarrow w \notin (K_{\text{unst}} \cup P_{\text{ferde}} \cup A_{\text{antiquitäten}})^{105}$$

[66] Entsprechend kann GSK 2 weiter verfeinert dargestellt werden. Konkret wird die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption und deren Zuordnung zum Finanzsektor auf andere Variablen zurückgeführt.

<sup>101</sup> Ab hier greift GSK 2, da ein weiteres Kriterium hinzugekommen ist (Zuordnung zum Finanzsektor). Interpretation: «Vermögenswerte, welche geldwäschereirechtlich relevant sind, sind in jedem Fall dem Finanzsektor zuordenbar.» Die Logik besagt nun, dass folglich jeder Vermögenswert, welcher nicht dem Finanzsektor zuordenbar ist, auch nicht geldwäschereirechtlich relevant ist.

<sup>102</sup> Interpretation: «Geldwäschereirechtlich relevante Vermögenswerte sind wirtschaftliche Vorteile, welche rechnerisch ermittelbar sind, unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption fallen und dem Finanzsektor zugeordnet werden können.»

<sup>103</sup> Interpretation: «Für alle Vermögenswerte gilt, dass die Zuordnung zum Finanzsektor impliziert, dass mit ihnen eine relevante Dienstleistung im Zusammenhang steht.»

<sup>104</sup> Interpretation: «Bei Dienstleistungen, welche unter das Geldwäschereigesetz fallen, handelt es sich um eine Annahme, Aufbewahrung, Anlage oder Übertragung von Vermögenswerten.»

<sup>105</sup> Interpretation: «Für alle Vermögenswerte gilt, dass die Zuordnung zum Finanzsektor impliziert, dass es sich beim Vermögenswert nicht um Kunst, Pferde oder Antiquitäten handelt.»

GSK 2 – weiter verfeinert:

$$V_{\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid R_{\text{ermitteln}}(w) \wedge (R_{\text{geschützt}}(w) \vee N_{\text{missbilligt}}(w)) \wedge w \in (A_{\text{annahme}} \cup A_{\text{aufbewahrung}} \cup A_{\text{anlage}} \cup \ddot{U}_{\text{bertragung}}) \wedge w \notin (K_{\text{unst}} \cup P_{\text{ferde}} \cup A_{\text{antiquitäten}})\}^{106}$$

[67] Die Interpretation der verfeinerten GSK 2 entspricht der GSK 2 von oben.

### 3.2. Digitale Vermögenswerte

[68] Die Autorin des analysierten Aufsatzes stellt zum einen fest, dass Vermögenswerte auch dann geldwäschereirechtlich relevant sein können, wenn diese in digitaler Form vorhanden sind.<sup>107</sup> Jedoch handelt es sich nicht bei allen digitalen Werten um Vermögenswerte im Sinne des GWG.<sup>108</sup> Um diese Aussage überprüfbar zu machen, werden nachfolgend die relevanten Textabschnitte analysiert.<sup>109</sup>

«[3] Vorliegend sollen insbesondere «digitale» Vermögenswerte untersucht werden. Digital bedeutet das Gegenteil von analog, womit Daten vorliegen.

[4] «Daten sind das neue Gold!», wird gerade in der Finanzbranche seit längerem und immer häufiger betont. Wenn das tatsächlich so ist, stellt sich für die vorliegende Untersuchung folgende Anschlussfrage: Sind Daten immer auch geldwäschereirechtlich relevante Vermögenswerte?

[5] Dafür würde sprechen, dass Daten in neueren Geschäftsmodellen der Online-Wirtschaft tatsächlich immer wieder als «Gegenleistung» von Konsumenten an Unternehmen eingesetzt werden, um beispielsweise digitale Inhalte konsumieren zu können oder andere vertragliche Leistungen zu erhalten. Nach diesem ökonomischen Modell sind auch kostenlose Online-Dienste in aller Regel nicht ohne Gegenleistung zu haben. Hier «bezahlt» der Nutzer bzw. die Nutzerin vielmehr mit (seinen bzw. ihren) Daten. Entsprechend wurden Daten gerade auch in Zusammenhang mit der Europäischen Datenschutzgrundverordnung als das «neue Öl» oder als das «Gold».

[6] [...] Der materielle Wert von Daten wird von den durch diese vermittelten Informationen geprägt. Werthaltig sind Daten dann, wenn sie beispielsweise Informationen zu den Vorlieben eines bestimmten Kunden oder wenigstens einer Kundengruppe enthalten. Die Daten dienen dann als Basis für passende Zusatzangebote an diese und schaffen so einen wirtschaftlichen Mehrwert. Damit ist aber auch klar, dass nicht das Datum oder die Daten für sich genommen Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes darstellen können. Daten sind vielmehr abzugrenzen von Informationen. Bei Daten handelt es sich grundsätzlich um gesammelte und gemessene Beobachtungen, also verschiedene Symbole und Zeichen, deren Bedeutung erst ersichtlich wird, wenn sie in einen Kontext gesetzt werden. Mit ande-

<sup>106</sup> Interpretation: «Die Menge der Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes entspricht der Menge der wirtschaftlichen Vorteile, die sich rechnerisch ermitteln lassen, rechtlich geschützt oder zumindest nicht missbilligt werden, mit einer relevanten Dienstleistung in Zusammenhang stehen, wobei es sich um eine Annahme, Aufbewahrung, Anlage oder Übertragung von Vermögenswerten handelt, und die entsprechend nicht Kunst, Pferden oder Antiquitäten zugeordnet werden können.»

<sup>107</sup> STENGEL (Fn. 92), Rz. 9.

<sup>108</sup> STENGEL (Fn. 92), Rz. 9.

<sup>109</sup> Auszug aus STENGEL (Fn. 92), Rz. 3–9.

ren Worten repräsentieren Daten eine Information in Symbolen oder Zeichen, ohne diese zu interpretieren. Sie unterscheiden sich von gesprochenem Wort oder visueller Beobachtung durch ihr Festhalten auf einem Datenträger (Papier, USB-Stick, Festplatte oder Server etc.). Vereinfacht lässt sich damit sagen, dass Daten, denen mittelseiner Interpretation (Decodierung) eine bestimmte Bedeutung zugemessen wird, Informationen darstellen.

[7] Die Verwechslung oder ungenaue Verwendung der Begriffe Daten und Informationen ist allerdings häufig. Auch der Gesetzgeber ist diesbezüglich nicht immer präzise. So definiert beispielsweise Art. 5 lit. a des revidierten Schweizer Datenschutzgesetzes Personendaten als «alle Angaben, die sich auf eine bestimmte oder bestimmbar natürliche Person beziehen». Grundsätzlich kann anhand der Daten selbst aber noch nicht festgestellt werden, ob sich diese auf eine bestimmte Person beziehen. Erst die Auslegung der Informationen, die sie repräsentieren, erlaubt die entsprechende Beurteilung.

[8] Im vorliegend interessierenden Kontext der Geldwäschereigesetzgebung kann die Bedeutung von Daten und Informationen an einem Beispiel von Denis Pombriant folgendermassen dargestellt werden: Daten können beispielsweise zur Finanz-Transaktionshistorie werden, wenn sie von einem Finanzintermediär mittels entsprechender Software interpretiert werden. Dieselben Daten könnten aber durch eine spezialisierte Software auch als Lied interpretiert werden. Hingegen kann eine Finanz-Transaktionshistorie nicht in ein Lied verwandelt werden – auch wenn viele Songs durchaus zu Bewegungen in Finanz-Transaktionshistorien führen.

[9] Zusammenfassend kann im Sinne eines ersten Zwischenfazits festgehalten werden, dass Vermögenswerte, also wirtschaftliche Vorteile, grundsätzlich auch dann geldwäschereirechtlich relevant sind, wenn sie in digitaler Form vorliegen, wobei nicht sämtliche Daten ohne Weiteres dazuzuzählen sind.»

[69] Digital [ $D_{digital}$ ] bedeutet das Gegenteil von analog [ $A_{analog}$ ] und somit (digitale) Daten [ $D_{Daten}$ ]. Diesen kommt dann ein Wert zu, wenn ihr Informationsgehalt [ $I_{info}$ ] einen Mehrwert [ $M_{ehrwert}$ ] bietet. Ein Informationsgehalt [ $I_{info}$ ] besteht dann, wenn die Information decodierbar [ $D_{decode}$ ] ist und ihr so eine Bedeutung zugemessen werden kann. Hierfür müssen Informationen in Form von Symbolen [ $S_{symbole}$ ] oder Zeichen [ $Z_{zeichen}$ ] vorliegen. Diese sind weiter auf einem bestimmten Datenträger [ $D_{atenträger}$ ] festgehalten (Papier, USB-Stick, Festplatte oder Server etc). In Bezug auf die Normativvariable der Zuordnung zum Finanzmarkt muss auch diese erfüllt sein.<sup>110</sup> Dies ergibt die folgende Gleichung:

GSK 1:

$$D_{VWerte} = \{d \in D_{Daten} \mid I_{info}(d) \wedge M_{ehrwert}(I_{info}(d))\}^{111}$$

GSK 1 – verfeinert:

$$\forall d \in D_{Daten}: I_{info}(d) \Leftrightarrow D_{decode}(d) \Leftrightarrow (S_{symbole}(d) \vee Z_{zeichen}(d)) \wedge D_{atenträger}(d)^{112}$$

<sup>110</sup> STENDEL (Fn. 92), Rz. 12.

<sup>111</sup> Interpretation: «Die Menge der digitalen Vermögenswerte ist die Menge der Daten, welche einen Informationsgehalt haben, der wiederum einen Mehrwert bietet.»

<sup>112</sup> Interpretation: «Für jedes digitale Datenelement gilt, dass es einen Informationsgehalt hat, genau dann, wenn das digitale Datenelement dekodierbar ist. Dies wiederum ist äquivalent zur Aussage, dass das digitale Datenelement aus Symbolen oder Zeichen besteht und auf einem Datenträger gespeichert ist.»

[70] Für die Zuordnung zum Finanzsektor muss der Mehrwert wie erwähnt dem Finanzsektor zugeordnet werden können:

GSK 2:

$$D_{V\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{d \in D_{\text{Daten}} \mid I_{\text{Info}}(d) \wedge M_{\text{ehrwert}}(I_{\text{Info}}(d)) \wedge F_{\text{finanzsektor}}(M_{\text{ehrwert}}(I_{\text{Info}}(d)))\}^{113}$$

### 3.3. Token

[71] Die Frage, ob Token einen Vermögenswert im Sinne des Geldwäschereigesetzes darstellen, bejaht die Autorin des analysierten Artikels grundsätzlich, wenn dem Token ein wirtschaftlicher Wert zugesprochen wird.<sup>114</sup> In Bezug auf non-native Token, also jene Token mit verlinktem Wert, steht dabei für die Qualifikation ebendieser verknüpfte Wert im Fokus.<sup>115</sup> Sofern dieser als Vermögenswert im Sinne des GwG gilt, ist dies auch determinierend für den Token selbst.<sup>116</sup> Nachfolgend werden die relevanten Textabschnitte analysiert, um auch diese Aussagen überprüfbar zu machen.<sup>117</sup>

«[14] [...] Token haben entweder einen intrinsischen Wert, wie beispielsweise Bitcoin, oder repräsentieren einen anderweitigen Vermögenswert, beispielsweise eine Aktie oder Gold, oder es kommt ihnen eine Nutzungsfunktion zu. Auch die FINMA teilte bereits im Jahr 2018 in der erwähnten Wegleitung für ICO's Token in drei Kategorien auf, indem sie Zahlungs-, Anlage- und Nutzungstoken unterschied.

[15] Token, die einen intrinsischen Wert haben, werden auch als native Token bezeichnet. Diesen stehen ausserhalb der Blockchain keine Ansprüche gegenüber, weshalb sie «rein digitale Werte» darstellen. Bekanntestes Beispiel für native Token ist Bitcoin. Vorliegend wird geprüft, ob es sich bei solchen Token um Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes handelt bzw. handeln kann. Dies trifft – wie die vorangehende Analyse gezeigt hat – grundsätzlich zu, wenn dem Token ein wirtschaftlicher Wert zugesprochen wird und ein bestimmter Bezug zum Finanzsektor besteht.

[16] Einigen sich Käufer und Verkäufer eines nativen Tokens über einen Kaufpreis, so kommt dem Token grundsätzlich ein wirtschaftlicher Wert zu. Die Lehre schliesst auch die Zuordnung zum Finanzsektor nicht aus bzw. qualifiziert – wie erwähnt – auf jeden Fall Kryptowährungen als Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes. Kryptowährungen sind eine spezifische Form meist nativer Token, die als alternative Zahlungsmittel dienen. Gemäss der erwähnten FINMA-Klassifikation handelt es sich in diesen Fällen um sog. Zahlungstoken, die «tatsächlich oder der Absicht des Organisators nach als Zahlungsmittel für den Erwerb von Waren oder Dienstleistungen akzeptiert werden oder der Geld- und Wertübertragung dienen sollen». Dementsprechend qualifiziert die FINMA die Heraus-

<sup>113</sup> Interpretation: «Die Menge der digitalen Vermögenswerte, welche geldwäschereirechtlich relevant ist, ist die Menge der Daten, welche einen Informationsgehalt haben, der wiederum einen Mehrwert bietet. Dieser Mehrwert muss wiederum dem Finanzsektor zugeordnet werden können.».

<sup>114</sup> STENDEL (Fn. 92), Rz. 15.

<sup>115</sup> STENDEL (Fn. 92), Rz. 18.

<sup>116</sup> STENDEL (Fn. 92), Rz. 18.

<sup>117</sup> Auszug aus STENDEL (Fn. 92), Rz. 14–18.

*gabe von Zahlungstoken als geldwäschereigesetzlich unterstellungspflichtige Ausgabe von Zahlungsmitteln im Sinne von Art. 2 Abs. 3 lit. b GwG.*

*[17] Der Wert von non-native Token wird demgegenüber durch einen mit dem Token verknüpften bzw. diesem zugrundeliegenden Wert bestimmt. Beim zugrundeliegenden Wert kann es sich etwa um eine Währung, ein Wertpapier oder ein Recht an einem Objekt oder einer Immobilie handeln. Grundsätzlich ist die Abbildung jeglicher Rechte an virtuellen Gütern, Sachen oder Immobilien durch solche Token denkbar. Somit können relative Rechte, also obligatorische Rechte, Beteiligungs- oder Verbandsrechte, sowie absolute Rechte, wie dingliche Rechte, Immaterialgüter- oder Persönlichkeitsrechte, durch non-native Token repräsentiert werden. Diese Token dienen also nicht selbst als Wert. Sie sind bloss Wertträger – eine Art «Container» – für einen anderen Wert, z.B. eine Forderung oder ein Mitgliedschaftsrecht, ausserhalb der Blockchain und werden deshalb auch als asset backed Token bezeichnet.*

*[18] Für die Beurteilung der vorliegend interessierenden Frage, ob es sich bei non-native Token um Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes handelt, muss entsprechend auf den Inhalt des Tokens geschaut werden. Bei der Qualifikationsfrage rückt also der mit dem Token verknüpfte Wert in den Fokus. Handelt es sich bei diesem um einen Vermögenswert im Sinne des Geldwäschereigesetzes, dann ist auch der Token entsprechend zu behandeln und umgekehrt. [...].»*

[72] Token  $[T_{oken}]$  als Vermögenswerte im Sinne des GwG lassen sich in zwei Kategorien aufteilen. In solche mit intrinsischen  $[TW_{intrinsic}]$  und solche mit verlinktem Wert  $[TW_{verlinkt}]$ . Allgemein gilt für Token:

GSK 1:

$$T_{oken} = TW_{intrinsic} \cup TW_{verlinkt}^{118}$$

[73] Jene Token mit intrinsischem Wert  $[TW_{intrinsic}]$  definieren sich dadurch, dass sie keinen Anspruch  $[K_{Anspruch}]$  ausserhalb der Blockchain enthalten, ihr Wert sich also aus ihnen selbst ergibt. Der wirtschaftliche Wert  $[W_{Wert}]$  solcher Token ist grundsätzlich dann vorhanden, wenn sich Käufer und Verkäufer über einen Kaufpreis einigen  $[K_{aufpreis}]$ . Entsprechend ergeben sich folgende Gleichungen:

GSK 1 – verfeinert:

$$\forall t \in T_{oken}: TW_{intrinsic}(t) \Rightarrow K_{Anspruch}(t)^{119}$$

[74] Die Menge der vorliegend relevanten Token ist auf solche beschränkt, welche unter das GwG fallen. Dafür müssen die zuvor erwähnten Kriterien als Gleichungen dargestellt werden:

<sup>118</sup> Interpretation: «Die Menge der Token ist die Vereinigung der Menge der Token mit intrinsischem Wert und der Menge der Token mit verlinktem Wert. M.a.W. haben Token einen intrinsischen Wert oder einen verlinkten Wert oder beides.».

<sup>119</sup> Interpretation: «Jeder Token t, der ein Token mit intrinsischem Wert ist, enthält keinen Anspruch ausserhalb der Blockchain.».

GSK 2:

$$\forall t \in TW_{intrinsic}: GWG(t) \Rightarrow W_{Wert}(t) \wedge F_{Finanzsektor}(t)^{120}$$

GSK 2 – verfeinert:

$$\forall t \in TW_{intrinsic}: W_{Wert}(t) = K_{aufpreis}(t)^{121}$$

GSK 2 – verfeinert:

$$\forall t \in T_{oken}: (TW_{intrinsic}(t) \wedge GWG(t)) \Rightarrow (K_{Anspruch}(t) \wedge K_{aufpreis}(t) \wedge F_{Finanzsektor}(t))^{122}$$

[75] Token mit verlinktem Wert definieren sich dadurch, dass sich der wirtschaftliche Wert aus der konkreten Verlinkung [Verlinkung] des Token mit einem Recht ergibt. Hierbei kann es sich – wiederum zum vorliegenden Zweck verkürzt dargestellt – um relative Rechte [R<sub>Recht</sub>] oder absolute Rechte [A<sub>Recht</sub>] handeln. Relative Rechte [R<sub>Recht</sub>] brechen sich in obligatorische Rechte [O<sub>Recht</sub>], Beteiligungs- [B<sub>Recht</sub>] oder Verbandsrechte [V<sub>Recht</sub>] auf. Absolute Rechte [A<sub>Recht</sub>] sind dingliche Rechte [D<sub>Recht</sub>], Immaterialgüter- [I<sub>Recht</sub>] oder Persönlichkeitsrechte [P<sub>Recht</sub>]. Somit ergibt sich folgende Gleichungen:

GSK 1 – verfeinert:

$$\forall t \in T_{oken}: TW_{verlinkt}(t) \Leftrightarrow Verlinkung(t) \wedge Recht(Verlinkung(t))^{123}$$

GSK 1 – verfeinert:

$$Recht = A_{Recht} \cup R_{Recht}^{124}$$

GSK 1 – verfeinert:

$$A_{Recht} = D_{Recht} \cup I_{Recht} \cup P_{Recht}^{125}$$

GSK 1 – verfeinert:

$$R_{Recht} = O_{Recht} \cup B_{Recht} \cup V_{Recht}^{126}$$

GSK 1 – verfeinert:

$$\forall t \in TW_{verlinkt}(t): GWG(t) \Rightarrow (Verlinkung(t) \wedge Recht(Verlinkung(t)) \wedge V_{Wert}^{GWG}(Recht(Verlinkung(t))))^{127}$$

<sup>120</sup> Interpretation: «Für jeden Token t mit intrinsischem Wert gilt: Wenn der Token geldwäschereichtlich relevant ist, dann muss der Token einen Wert haben und dem Finanzsektor zugeordnet werden können.» Die Logik sagt uns im Umkehrschluss, dass das Fehlen eines Wertes oder das Fehlen einer Zuordnung zum Finanzsektor ausreicht, um die geldwäschereichtliche Relevanz eines Token auszuschließen.

<sup>121</sup> Interpretation: «Für Token mit intrinsischem Wert entspricht der Wert gerade dem Kaufpreis.»

<sup>122</sup> Interpretation: «Für alle Token gilt: Wenn der Token einen intrinsischen Wert hat und geldwäschereichtlich relevant ist, dann enthält der Token keinen Anspruch ausserhalb der Blockchain (a), der Token muss einen Kaufpreis haben (b) und dem Finanzsektor zugeordnet werden können (c).» «Die Logik besagt für den Umkehrschluss, dass, wenn mindestens eines der drei Kriterien (a), (b) oder (c) nicht erfüllt ist, der Token entweder einen Anspruch ausserhalb der Blockchain enthält oder nicht von geldwäschereichtlicher Relevanz ist oder beides.»

<sup>123</sup> Interpretation: «Ein Token ist genau dann ein Token mit verlinktem Wert, wenn der Token eine Verlinkung besitzt und die Verlinkung eine solche zu einem Recht ist.»

<sup>124</sup> Interpretation: «Die Menge der Rechte besteht aus der Vereinigung der Mengen der absoluten Rechte und der relativen Rechte.»

<sup>125</sup> Interpretation: «Die Menge der absoluten Rechte besteht aus den Mengen der dinglichen Rechte, Immaterialgüterrechte und Persönlichkeitsrechte.»

<sup>126</sup> Interpretation: «Die Menge der relativen Rechte ist die Vereinigung der Mengen der obligatorischen Rechte, Beteiligungsrechte und Verbandsrechte.»

<sup>127</sup> Interpretation: «Wenn ein Token mit verlinktem Wert geldwäschereichtlich relevant ist, dann muss der Token eine Verlinkung haben, diese Verlinkung muss eine solche zu einem Recht sein und das Recht muss einem Vermögenswert entsprechen, der geldwäschereichtlich relevant ist.» Im Umkehrschluss besagt die Logik, dass ein To-

[76] Somit kann die Menge der Token mit verlinktem Wert, welche unter das Geldwäschereigesetz fallen, geschrieben werden als:

$$TW_{\text{verlinkt}}^{\text{GWG}} = \{t \in T_{\text{oken}} \mid V_{\text{erlinkung}}(t) \wedge R_{\text{echt}}(V_{\text{erlinkung}}(t)) \wedge V_{\text{Wert}}^{\text{GWG}}(R_{\text{echt}}(V_{\text{erlinkung}}(t)))\}^{128}$$

### 3.4. Überprüfung, Beweisführung und Erweiterung

[77] Durch die variabilisierte Darstellung lässt sich nun auf mathematischer Ebene nachprüfen, ob die Argumentation der Autorin in sich logisch ist.

[78] So kann mittels der Gleichungsskizze für Vermögenswerte dargestellt werden, aus welchen Elementen sich «Vermögenswerte im Sinne des GwG» zusammensetzen.

GSK 2:

$$V_{\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid R_{\text{ermitteln}}(w) \wedge JW_{\text{Konzept}}(w) \wedge F_{\text{inanzsektor}}(w)\}^{129}$$

[79] Diese Elemente stellen den Ausgangspunkt und die Basis für die nun folgende Beweisführung dar. Auffallend ist, dass die gebildeten Variablen der jeweiligen Gleichung für die verschiedenen Primärvariablen nicht vollständig kongruent sind.

GSK 1:

$$D_{V\text{Werte}} = \{d \in D_{\text{Daten}} \mid I_{\text{info}}(d) \wedge M_{\text{ehrwert}}(I_{\text{info}}(d))\}^{130}$$

[80] Dies müsste jedoch der Fall sein, wenn belegt werden soll, dass die relevanten Komponenten der Vermögenswerte im Sinne des GwG auch in den Gleichungen der digitalen Vermögenswerte und Token enthalten sind. Entsprechend gilt es zur Beweisführung und in einem letzten Schritt, die gebildeten Formeln an den inkongruenten Stellen gleichzusetzen, resp. zu prüfen, ob eine Gleichsetzung möglich ist.

[81] So erfordert die Gleichungsskizze für Vermögenswerte<sup>131</sup>, wie festgestellt, wirtschaftliche Vorteile, die sich rechnerisch ermitteln lassen. Diese müssen zusätzlich rechtlich geschützt oder rechtlich jedenfalls nicht missbilligt sein, also der juristisch-wirtschaftlichen Vermögenskonzeption entsprechen.<sup>132</sup> Darüber hinaus muss die Normativvariable, also eine Zuordnung zum Finanzsektor erfüllt sein, was sich (etwas vereinfacht dargestellt) über den Zusammenhang zu den erwähnten Dienstleistungen definiert.<sup>133</sup> Auch ist eine Ausschlussvariable zu berücksichtigen.<sup>134</sup>

---

ken mit verlinktem Wert, welcher nicht einem geldwäschereirechtlich relevanten Vermögenswert entspricht, auch nicht geldwäschereirechtlich relevant sein kann.

<sup>128</sup> Interpretation: «Die Menge der Token mit verlinktem Wert, welche relevant für das Geldwäschereigesetz sind, entspricht der Menge der Token, welche eine Verlinkung haben, diese Verlinkung eine solche zu einem Recht ist und dieses Recht ein Vermögenswert im Sinne des Geldwäschereigesetzes darstellt.».

<sup>129</sup> Vgl. oben Teil 3.1.

<sup>130</sup> Vgl. oben Teil 3.2.

<sup>131</sup>  $V_{\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid R_{\text{ermitteln}}(w) \wedge JW_{\text{Konzept}}(w) \wedge F_{\text{inanzsektor}}(w)\}$ .

<sup>132</sup> Vgl. oben Teil 3.1.

<sup>133</sup> Vgl. oben Teil 3.1.

<sup>134</sup> Vgl. oben Teil 3.1.

[82] Wie erörtert, sind **digitale Vermögenswerte** im Sinne des GwG nicht analoge, sondern digitale Daten, deren Informationsgehalt einen Mehrwert bieten.<sup>135</sup> Auch muss die Normativvariable der Zuordnung zum Finanzsektor erfüllt sein.<sup>136</sup> Damit ein Mehrwert vorliegen kann, müssen die Symbole oder Zeichen in digitaler Form auf einem Datenträger festgehalten und zudem decodierbar sein:

$$D_{V\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{d \in D_{\text{Daten}} \mid I_{\text{Info}}(d) \wedge M_{\text{ehrwert}}(I_{\text{Info}}(d)) \wedge F_{\text{finanzsektor}}(M_{\text{ehrwert}}(I_{\text{Info}}(d)))\}^{137}$$

[83] Mit Blick auf die Gleichung wird klar, dass «Mehrwert» der vollständigen Definition der Gleichungsskizze der Vermögenswerte entsprechen muss, damit auch tatsächlich von einem Vermögenswert im Sinne des GwG gesprochen werden kann. Die Gleichung ist entsprechend dahingehend anzupassen, als dass sich Mehrwert als wirtschaftlicher Vorteil, der sich rechnerisch ermitteln lässt, definiert. Er muss zusätzlich der juristisch-wirtschaftlichen Vermögenskonzeption entsprechen und dem Finanzsektor zuzurechnen sein. Die synthetisierte Gleichung lautet entsprechend:

$$D_{V\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{d \in D_{\text{Daten}} \mid I_{\text{Info}}(d) \wedge (W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{Info}}(d)) \wedge R_{\text{ermitteln}}(W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{Info}}(d))) \wedge JW_{\text{Konzept}}(W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{Info}}(d)))) \wedge F_{\text{finanzsektor}}(W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{Info}}(d)))\}^{138}$$

[84] Die Gleichung für **Token mit intrinsischem Wert** erfordert zum einen, dass sie keinen Anspruch ausserhalb der Blockchain repräsentieren.

$$\forall t \in T_{\text{oken}}: (t \in TW_{\text{intrinsisch}} \wedge \text{GWG}(t)) \Rightarrow (K_{\text{Anspruch}}(t) \wedge K_{\text{aufpreis}}(t) \wedge F_{\text{finanzsektor}}(t))$$

[85] Zum anderen wird das Element des wirtschaftlichen Wertes primär über die Möglichkeit eines Kaufpreises determiniert. Ein Kaufpreis ist grundsätzlich ein bezifferbarer Wert, der in logischer Konsequenz einen wirtschaftlichen Vorteil bedeutet. Als Bestandteil eines Kaufvertrages ist er für gewöhnlich auch rechtlich geschützt oder zumindest nicht missbilligt und fällt damit unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption. Das Element des Kaufpreises lässt sich somit mit den Variablen der Gleichungsskizze gleichsetzen.

$$\forall t \in TW_{\text{intrinsisch}}: K_{\text{aufpreis}}(t) \Leftrightarrow (W_{\text{Vorteil}}(t) \wedge R_{\text{ermitteln}}(t) \wedge JW_{\text{Konzeption}}(t))^{139}$$

[86] Die Gleichung kann somit wie folgt ergänzt resp. präzisiert werden:

$$\forall t \in T_{\text{oken}}: (t \in TW_{\text{intrinsisch}} \wedge \text{GWG}(t)) \Rightarrow (K_{\text{Anspruch}}(t) \wedge (W_{\text{Vorteil}}(t) \wedge R_{\text{ermitteln}}(t) \wedge JW_{\text{Konzeption}}(t)) \wedge F_{\text{finanzsektor}}(t))$$

<sup>135</sup> Vgl. oben Teil 3.1.

<sup>136</sup> Vgl. oben Teil 3.1.

<sup>137</sup> Interpretation: «Digitale Vermögenswerte sind Daten, welche einen Informationsgehalt haben, welcher wiederum einen Mehrwert bietet. Zudem muss dieser Mehrwert dem Finanzsektor zugeordnet werden können.».

<sup>138</sup> Interpretation: «Digitale Vermögenswerte sind digitale Daten, welche die folgenden fünf Kriterien erfüllen. Die digitalen Daten müssen einen Informationsgehalt haben. Weiter muss dieser Informationsgehalt einem wirtschaftlichen Vorteil entsprechen. Dieser Vorteil muss wiederum rechnerisch ermittelbar sein, der juristisch-wirtschaftlichen Vermögenskonzeption entsprechen und dem Finanzsektor zuordenbar sein.».

<sup>139</sup> Interpretation: «Für jeden Token mit intrinsischem Wert gilt, dass er genau dann einen Kaufpreis hat, wenn er einen wirtschaftlichen Wert besitzt, dieser rechnerisch ermittelbar ist und unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption fällt.».

[87] Die Menge der Token mit intrinsischem Wert, welche relevant für das Geldwäschereigesetz sind, kann somit dargestellt werden als:

$$TW_{\text{intrinsisch}}^{\text{GWG}} = \{t \in T_{\text{oken}} \mid K_{\text{Anspruch}}(t) \wedge (W_{\text{Vorteil}}(t) \wedge R_{\text{ermitteln}}(t) \wedge JW_{\text{Konzeption}}(t)) \wedge F_{\text{Finanzsektor}}(t)\}^{140}$$

[88] In Bezug auf **Token mit verlinktem Wert**<sup>141</sup> besteht, wie erwähnt, das Erfordernis, dass eine Verlinkung zu einem absoluten oder relativen Recht ausserhalb der Blockchain existiert, wobei sich der wirtschaftliche Vorteil hieraus ergibt.<sup>142</sup> Mit Blick auf die Gleichungsskizze muss entsprechend die Verlinkung den Elementen des wirtschaftlichen Vorteils, der sich rechnerisch ermitteln lässt, entsprechen:

$$TW_{\text{verlinkt}}^{\text{GWG}} = \{t \in T_{\text{oken}} \mid V_{\text{erlinkung}}(t) \wedge R_{\text{echt}}(V_{\text{erlinkung}}(t)) \wedge V_{\text{Wert}}^{\text{GWG}}(R_{\text{echt}}(V_{\text{erlinkung}}(t)))\}^{143}$$

[89] Hier wird ersichtlich, dass beim Token mit verlinktem Wert die Kriterien für die Zuordnung von Vermögenswerten zum GwG ebenfalls zutreffen, da diese Kriterien – wie aus der Herleitung ersichtlich – auf den verlinkten Wert zutreffen müssen. Insbesondere wird durch die Gleichung klar, dass es sich beim verlinkten Wert um ein Recht handelt.

[90] Abschliessend können die Resultate kompakt dargestellt werden:

$$V_{\text{Werte}}^{\text{GWG}} = \{w \in W_{\text{Vorteile}} \mid R_{\text{ermitteln}}(w) \wedge (R_{\text{geschützt}}(w) \vee N_{\text{missbilligt}}(w)) \wedge w \in (A_{\text{annahme}} \cup A_{\text{aufbewahrung}} \cup A_{\text{anlage}} \cup \ddot{U}_{\text{bertragung}}) \wedge w \notin (K_{\text{unst}} \cup P_{\text{ferden}} \cup A_{\text{ntiquitäten}})\}^{144}$$

$$D_{V_{\text{Werte}}}^{\text{GWG}} = \{d \in D_{\text{Daten}} \mid I_{\text{nfo}}(d) \wedge (W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{nfo}}(d)) \wedge R_{\text{ermitteln}}(W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{nfo}}(d)))) \wedge JW_{\text{Konzept}}(W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{nfo}}(d)))) \wedge F_{\text{Finanzsektor}}(W_{\text{Vorteile}}(I_{\text{nfo}}(d)))\}^{145}$$

$$TW_{\text{intrinsisch}}^{\text{GWG}} = \{t \in T_{\text{oken}} \mid K_{\text{Anspruch}}(t) \wedge W_{\text{Vorteil}}(t) \wedge R_{\text{ermitteln}}(t) \wedge JW_{\text{Konzeption}}(t) \wedge F_{\text{Finanzsektor}}(t)\}^{146}$$

<sup>140</sup> Interpretation: «Die Menge der Token mit intrinsischem Wert, welche unter das GwG fallen, ist gleich der Menge der Token, welche keinen Anspruch ausserhalb der Blockchain repräsentieren, einen wirtschaftlichen Wert haben, dieser rechnerisch ermittelbar ist, unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption fällt und der dem Finanzsektor zugeordnet werden kann.».

<sup>141</sup>  $\forall t \in T_{\text{oken}}: t \in TW_{\text{verlinkt}}(t) \Leftrightarrow V_{\text{erlinkung}}(t) \wedge (A_{\text{Recht}}(t) \vee R_{\text{Recht}}(t))$ .

<sup>142</sup> Vgl. oben Teil 3.3.

<sup>143</sup> Interpretation: «Die Menge der Token mit verlinktem Wert, welche unter das GwG fallen, ist gleich der Menge der Token, welche eine Verlinkung besitzen, diese Verlinkung eine solche zu einem Recht ist und dieses Recht wiederum einem Vermögenswert im Sinne des GwG entspricht.».

<sup>144</sup> Interpretation: «Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes sind die Menge der wirtschaftlichen Vorteile, welche sich rechnerisch ermitteln lassen, rechtlich geschützt oder zumindest nicht missbilligt sind, zudem in Zusammenhang mit einer Annahme, Aufbewahrung, Anlage oder Übertragung stehen und entsprechend nicht Kunst, Pferden oder Antiquitäten zugeordnet werden können.».

<sup>145</sup> Interpretation: «Digitale Vermögenswerte im Sinne des Geldwäschereigesetzes sind digitale Daten, welche einen Informationsgehalt haben, der einem wirtschaftlichen Vorteil entspricht, welcher sich wiederum rechnerisch ermitteln lässt und welcher der juristisch-wirtschaftlichen Vermögenskonzeption entspricht. Zudem muss der wirtschaftliche Vorteil dem Finanzsektor zugeordnet werden können.».

<sup>146</sup> Interpretation: «Die Menge der Token mit intrinsischem Wert, welche unter das Geldwäschereigesetz fallen, ist gleich der Menge der Token, welche keinen Anspruch ausserhalb der Blockchain repräsentieren, einen wirtschaftlichen Wert haben, dieser rechnerisch ermittelbar ist und der unter die juristisch-wirtschaftliche Vermögenskonzeption fällt und dem Finanzsektor zugeordnet werden kann.».

$$TW_{\text{verlinkt}}^{\text{GWG}} = \{t \in T_{\text{oken}} \mid V_{\text{erlinkung}}(t) \wedge R_{\text{echt}}(V_{\text{erlinkung}}(t)) \wedge V_{\text{Wert}}^{\text{GWG}}(R_{\text{echt}}(V_{\text{erlinkung}}(t)))\}^{147}$$

### 3.5. Zwischenfazit

[91] Es hat sich gezeigt, dass die aufgestellte Gleichungsskizze grundsätzlich auf die in Frage stehenden Qualifikationen angewendet werden kann, resp. sich fragliche Elemente gleichsetzen lassen. Die durch die Autorin im analysierten Text angeführten Definitionen sowie die daraus gezogenen Schlussfolgerungen lassen sich somit in abstrakter, variablisierter Form abbilden, granularisiert zerlegen und logisch mittels mathematischer Methodik nachweisen.

## 4. Schlussdiskussion und Fazit

[92] Der vorliegende Beitrag hat Möglichkeiten aufgezeigt, Logikstrukturen in Textform durch Abstraktion mittels Variablen und Verknüpfung durch Operatoren greifbar zu machen. Es konnte demonstriert werden, dass sich Definitionen auf diese Weise zerlegen, darstellen und schlussendlich abgleichen lassen. Jedoch ist festzuhalten, dass eine «rein mathematische Beweisführung», in der Praxis in dieser Form nicht umsetzbar ist. Im idealen, wenngleich unrealistischen Fall, würde sich der Beweis rein aus quantifizierbaren Werten ergeben, ohne weiterer Notwendigkeit einer Argumentation. Dies würde jedoch voraussetzen, dass jedem Wort ein spezifischer Wert zugewiesen wird, was bereits angesichts der unterschiedlichen Begriffsdefinitionen für verschiedene Gebiete der Rechtswissenschaften nicht in Frage kommt. Die präsentierte Konzeption ist daher eher als eine Hybridlösung zu verstehen, die sprachliche Argumentation mit mathematischen Variablen und logischen Prinzipien vereint.

[93] Selbstredend ist es unrealistisch zu erwarten, dass juristische Texte fortan durch die vorliegende Konzeption ausgedrückt werden. Ziel dieses Beitrags ist es vielmehr, Perspektiven aufzuzeigen, die über die traditionellen Grenzen hinausgehen. Die Annahme, dass ein Text ausschliesslich von einer natürlichen Person als Autor bzw. Autorin stammt, ist längst keine Selbstverständlichkeit mehr. LLMs können in kürzester Zeit umfangreiche Texte generieren, deren Überprüfung auf logische Konsistenz jedoch nach wie vor Zeit beansprucht. Wie eingangs erwähnt, erhöht dies das Risiko von scheinbar stimmigen, aber potentiell fehlerhaften Argumentationen. Die Entwicklung von Prüfmethode wird daher immer wichtiger. Die vorliegend vorgestellten, mathematischen Konzepte könnten dazu einen Beitrag leisten und eine Zwischenstufe darstellen. Die Möglichkeit, juristische Texte präzise in Variablen zu übersetzen, sie logisch zu verknüpfen und maschinell verarbeitbar zu machen, eröffnet neue Wege. Im Bereich der sog. Neurosymbolischen Künstlichen Intelligenz<sup>148</sup> wurden diesbezüglich vor kurzem erste Modelle entwickelt, mit

---

<sup>147</sup> Interpretation: «Die Menge der Token mit verlinktem Wert, welche unter das GwG fallen, ist gleich der Menge der Token welche eine Verlinkung besitzen, diese Verlinkung eine solche zu einem Recht ist und dieses Recht wiederum einem Vermögenswert im Sinne des GwG entspricht.»

<sup>148</sup> Der Begriff der Neurosymbolischen Künstlichen Intelligenz beschreibt die Kombination der Paradigmen Neuronale KI und Symbolische KI. Während Neuronale KI auf neuronalen Netzen basiert, werden im Bereich der Symbolischen KI primär regelbasierte Systeme, Suche und Logik mit Variablen eingesetzt. Siehe ARTUR D'AVILA GARCES/LUIS C. LAMB, *Neurosymbolic AI: the 3<sup>rd</sup> wave*, *Artificial Intelligence Review* 11/2023, S. 12387 ff., abrufbar unter: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.05876>, S. 12390; als erstes Beispiel von Symbolischer KI wird ALLEN NEWELL/HERBERT A. SIMON, *The logic theory machine, A complex information processing system*, *IRE Transactions on Information Theory* 3/1956, S. 61 ff., abrufbar unter: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1056797>, S. 2, genannt.

welchen Aussagen in Formeln übersetzt und so auswertbar und überprüfbar gemacht werden.<sup>149</sup> Solche Modelle könnten in Zukunft helfen, juristische Texte zu analysieren.<sup>150</sup> Dies würde es Autorinnen und Autoren ermöglichen, die Richtigkeit ihrer Argumentation zu belegen, während Leserinnen und Leser die Möglichkeit hätten, diese zu überprüfen.

[94] Abschliessend lässt sich festhalten, dass sich interdisziplinäre Ansätze nach Ansicht der Verfasser und der Verfasserin des vorliegenden Textes lohnen. Einerseits sind die Zusammenarbeit und das Denken «über den Tellerrand hinaus» wohltuend und inspirierend. Andererseits ist nicht von der Hand zu weisen, dass sich die Sprache und damit zwangsläufig auch die Rechtswissenschaften – entgegen dem Sprichwort «*iudex non calculat*» – mathematischer Logik nicht völlig entziehen können, jedenfalls dann, wenn eine Argumentation Anspruch auf eine gewisse Qualität erhebt. Letztlich liegt es in der Verantwortung der Wissenschaft, auch unorthodoxe Methoden zu untersuchen und ihr Potenzial zu bewerten.

---

ADRIAN KÖNIG, MLaw, CAS in International Law and Economics, wissenschaftlicher Hilfsassistent am Institut für Internationales Privatrecht und Verfahrensrecht (CIVPRO), Lehrstuhl Prof. Dr. Florian Eichel. M. Sc. BA in Corporate Finance Student an der Universität Bern.

ROMAN WIXINGER, M. Sc. in Physics (ETH), Data Scientist bei Ergon Informatik AG, Research Software Engineer bei Engineers for Science.

Prof. Dr. iur. CORNELIA STENGEL, Rechtsanwältin für Finanzmarkt- und Datenrecht, Partnerin bei Kellerhals Carrard.

Die Autoren und die Autorin danken Herrn Prof. Dr. Marcel Rindisbacher, Senior Associate Dean of Faculty and Research, Boston University (Massachusetts, USA), Questrom School of Business und Co-Director, Mehrotra Institute for Business, Markets and Society, für die Durchsicht und seine wertvollen Hinweise.

Teile des Beitrags basieren auf der Masterarbeit von Adrian König (Geldwäschereirechtliche Unterstellungspflichten im NFT-Ökosystem – Eine rechtliche Analyse zentraler Akteure und des Balanceakts regulatorischer Herausforderungen im Kontext DLT-basierter Unikate).

---

<sup>149</sup> Siehe hierzu MARIUS-CONSTANTIN DINU/CLAUDIU LEOVEANU-CONDREI/MARKUS HOLZLEITNER/WERNER ZELLINGER/SEPP HOCHREITER, *SymbolicAI: A framework for logic-based approaches combining generative models and solvers*, arXiv vom 27. Mai 2024, abrufbar unter: <https://arxiv.org/abs/2402.00854>, S. 10 ff.

<sup>150</sup> Siehe zum zukünftigen Einfluss von LLM in der Rechtsbranche CHARLOTIN (Fn. 8), S. 1 ff.; eine weitere Anwendungsmöglichkeit von LLM besteht in der Suche und Verarbeitung von juristischen Texten mit Retrieval Augmented Generation; siehe SEAN A. HARRINGTON, *The Case for Large Language Model Optimism in Legal Research from a Law & Technology Librarian*, University of Oklahoma College of Law vom 26. Juni 2023, abrufbar unter: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4492121>, S. 5.