

Zusammenhänge nominalskalierter Daten – Einheitsquadrate mit *ProVis*

Victoria Döller (Fakultät für Informatik) und Stefan Götz (Fakultät für Mathematik)

ÖMG-FORTBILDUNGSTAGUNG für LEHRKRÄFTE

05.04.2024

victoria.doeller@univie.ac.at
stefan.goetz@univie.ac.at

Einleitung

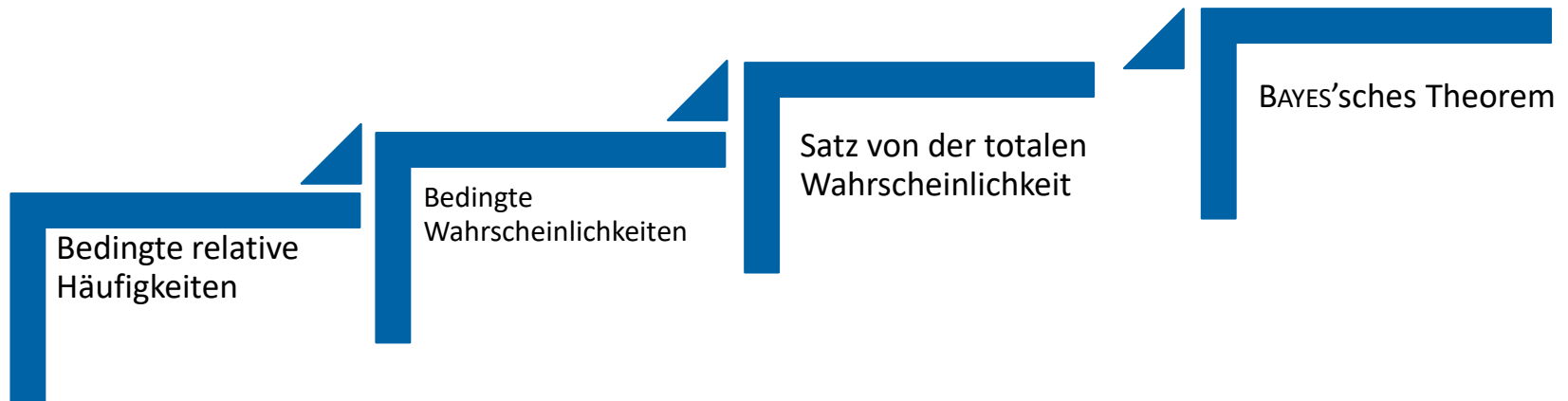
Motivation

Neuer Lehrplan Mathematik für die **Sekundarstufe I**:

- „Darstellen, Ergänzen und Interpretieren von absoluten und relativen Häufigkeiten in Kreuztabellen, insbesondere in **Vierfeldertafeln**“ (8. Schulstufe)

→ Untersuchung nominalskalierter Daten:

Darstellung mittels **Einheitsquadraten**



<https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&Artikel=&Paragraf=&Anlage=1&Uebergangsrecht=>

Ein Beispiel mit echten Daten

	männlich (M)	weiblich (W)
Vollzeit (V)	60	99
Teilzeit (T)	23	98



Anzahl (in Tausend, gerundet) die voll- und teilzeitbeschäftigten Personen im Bereich **Erziehung und Unterricht** im Jahr 2022 in Österreich

→ Arbeiten mehr Frauen als Männer in Vollzeit in diesem Bereich?

In absoluten Zahlen: **Ja!**

Heißt das (auch), dass Frauen eher in Vollzeit arbeiten?

Statistik Austria: https://www.statistik.at/fileadmin/pages/263/11_Teilzeitarbeit_Teilzeitquote_2022.ods, Tabelle 5

DERSTANDARD

vom 06.02.2024

WENIGER IST MEHR

Immer mehr Stellen in Teilzeit ausgeschrieben

Wer keine Teilzeitstellen oder zumindest Wahloptionen bietet, verliert im Kampf um die vielgesuchten Arbeitskräfte, sagen Personalexperten

Anika Dang

6. Februar 2024, 12:00, [943 Postings](#)

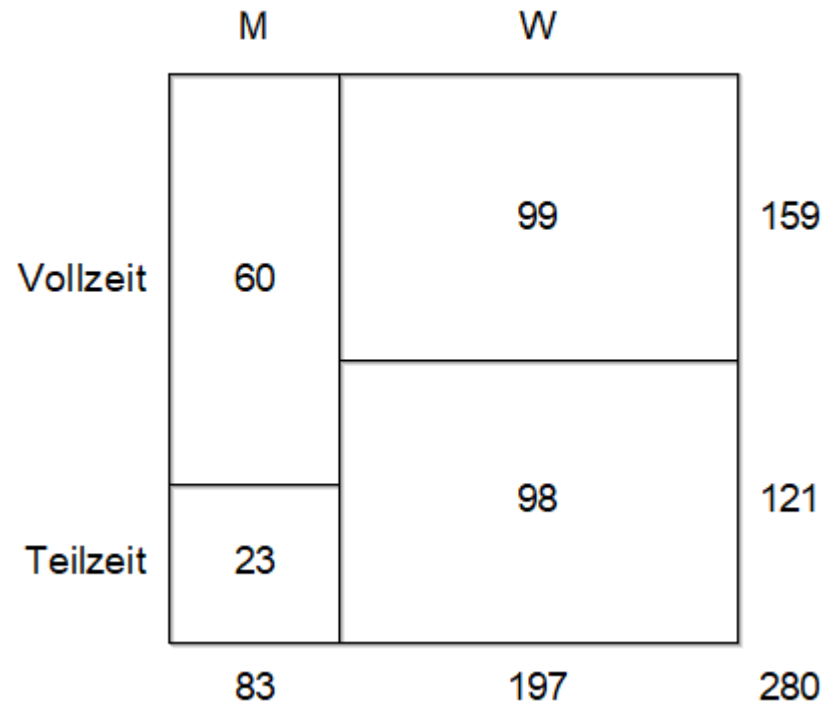
<https://www.derstandard.at/story/3000000206109/immer-mehr-stellen-in-teilzeit-ausgeschrieben>

Darstellung und Auswertung nominalskaliert zweidimensionaler Daten mit zwei Ausprägungen

Graphische Darstellung der Vierfeldertafel: Einheitsquadrat

- Absolute Häufigkeiten als **Flächeninhalte** dargestellt
- **Spaltensummen** → Geschlecht
- **Zeilensummen** → Beschäftigungsausmaß
- Gesamtheit der Beteiligten → **rechts unten**

Wie werden die Seitenverhältnisse der Rechtecke bestimmt?



ProVis

(Eichler & Vogel, 2013, S. 81)

Inhaltlicher und formaler Vergleich

Heißt das (auch), dass Frauen eher in Vollzeit arbeiten oder eher in Teilzeit?

- Verhältnis
teilzeit- vollzeitarbeitende Frauen
→ Vergleich mit Männern
- Anteil an Grundgesamtheit
ausschlaggebend
- Grundgesamtheit wird zur Einheit
⋮
- Übergang zu relativen Häufigkeiten

Wie werden die Seitenverhältnisse der Rechtecke bestimmt?

- Quadrat repräsentiert die Grundgesamtheit als Einheit
- Flächeninhalte entsprechen den relativen UND-Häufigkeiten
- Senkrechte Unterteilung: relative Anteile des dominierenden Merkmals
- **Waagrechte Unterteilung** durch Division

(Eichler & Vogel, 2013, S. 82)

Relative bedingte Häufigkeiten

Es soll also gelten für den Flächeninhalt des linken oberen Rechtecks:

$$\text{Höhe} \cdot h(M) = h(M \cap V), \text{ also}$$

$$\text{Höhe} = \frac{h(M \cap V)}{h(M)} =: h(V|M)$$

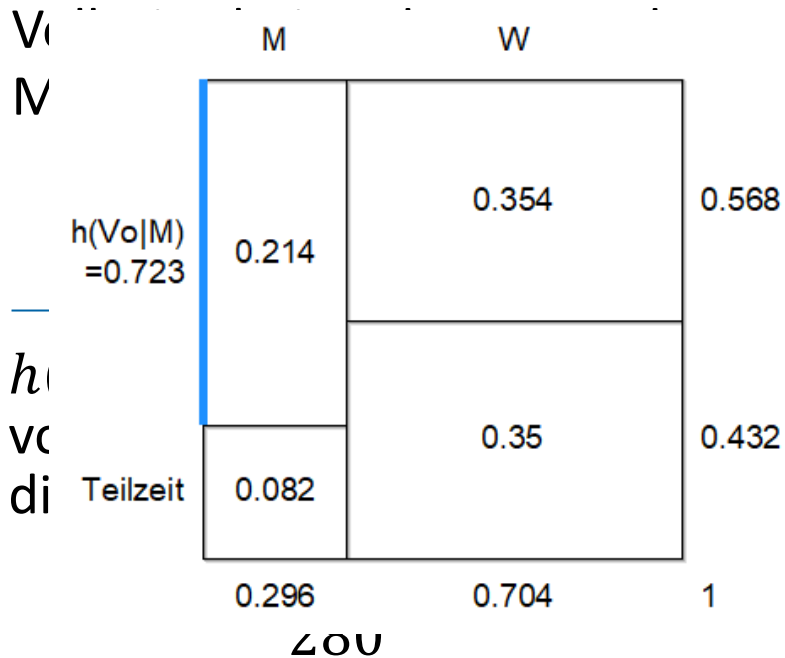
als Höhe des linken oberen Rechtecks, dabei steht h für die (absolute oder) relative Häufigkeit .

→ Festlegung einer **neuen Grundgesamtheit**, hier: Männer bzw. Frauen (in der rechten Spalte) als Ausprägungen des dominierenden Merkmals „Geschlecht“ → Konzept der **bedingten Wahrscheinlichkeit**

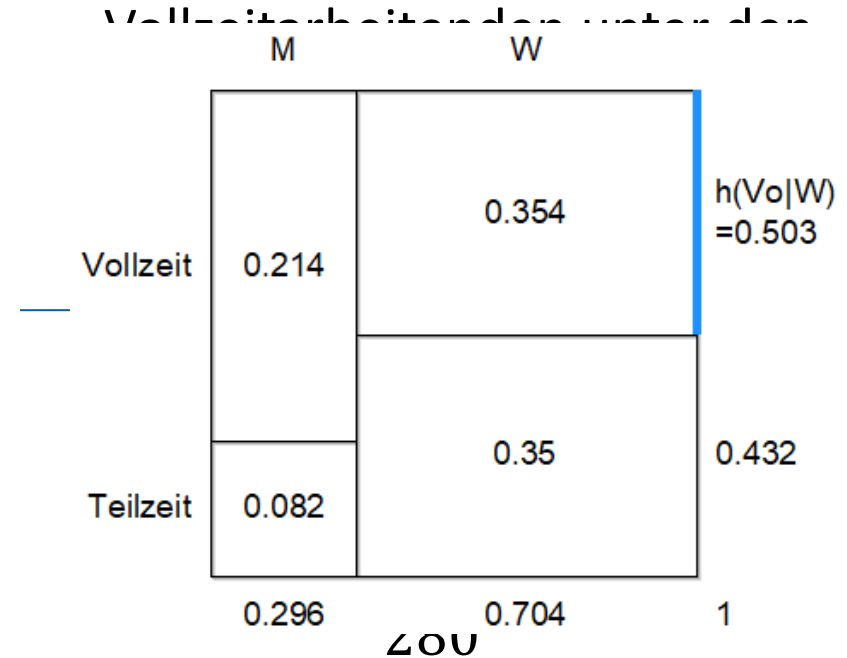
→ „wie viele ... von denen, die ...“; „... unter jenen, die ...“: mögliche **Verbalisierungen**

Zwei unterschiedliche Vergleiche

$h(V|M)$: Anteil der



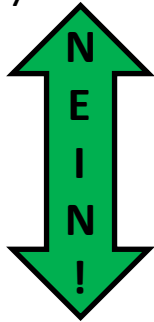
$h(V|W)$: Anteil der



Heißt das (auch), dass Frauen eher in **Teilzeit** arbeiten?

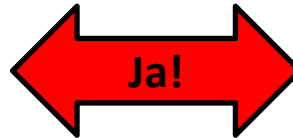
$h(V|W)$: Anteil der Vollzeitarbeitenden unter den Frauen

$$\frac{99}{197} = 0.503$$



$h(V|M)$: Anteil der Vollzeitarbeitenden unter den Männern

$$\frac{60}{83} = 0.723$$



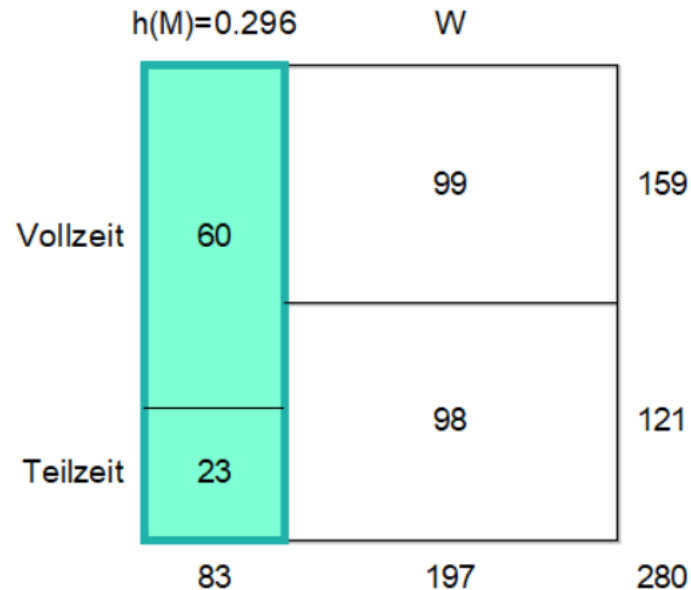
$h(T|W)$: Anteil der Teilzeitarbeitenden unter den Frauen

$$\frac{98}{197} = 0.497$$

Lernziele

Interpretation von Seitenlängen und Flächeninhalten 1

- „Spalte“: die neue, eingeschränkte Gesamtheit

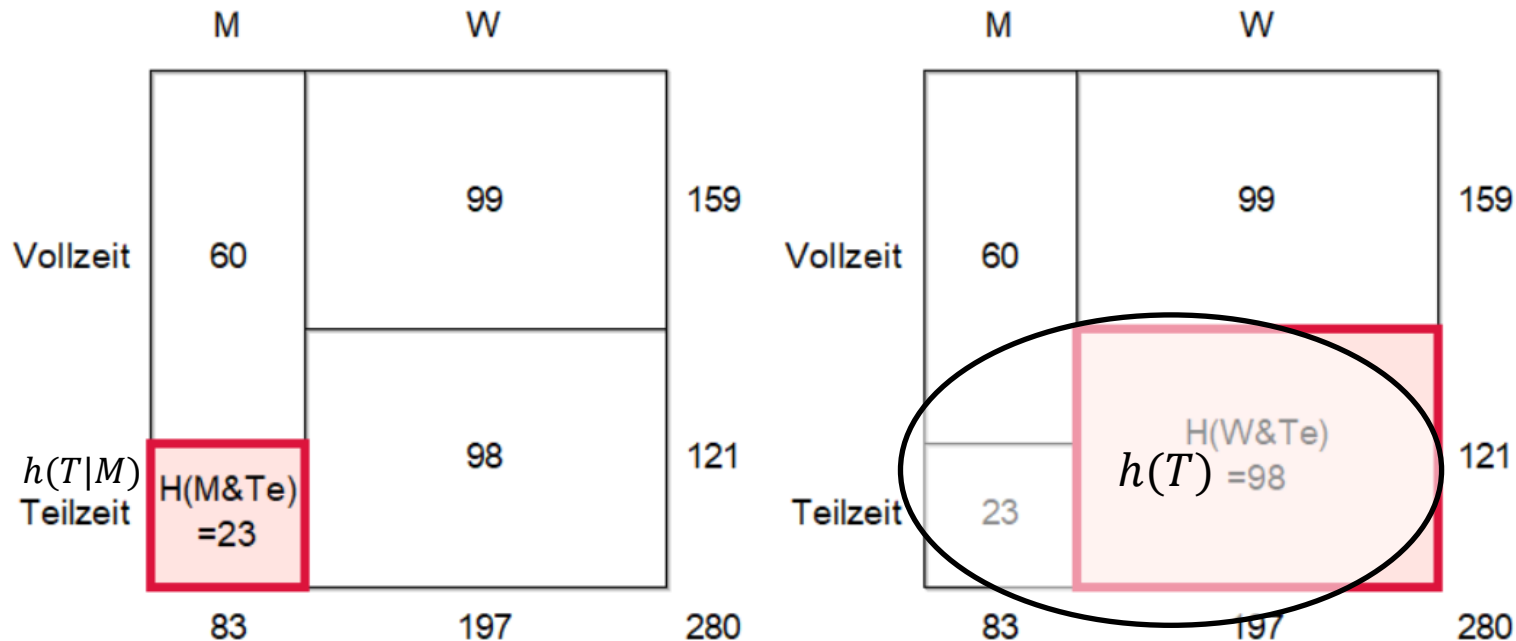


- Summe der Flächeninhalte der Teilrechtecke einer „Zeile“: **(relative) Häufigkeit einer Ausprägung des nicht dominierenden Merkmals**

(Eichler & Vogel, 2013, S. 81 f.)

Interpretation von Seitenlängen und Flächeninhalten 2

- $h(T) = h(T \cap M) + h(T \cap W) = h(T|M) \cdot h(M) + h(T|W) \cdot h(W)$
→ Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit



- Fläche eines Teilrechteckes im Verhältnis zur Gesamtfläche der zugehörigen „Zeile“:

$$h(M|T) = \frac{h(M \cap T)}{h(T)} = \frac{h(T|M) \cdot h(M)}{h(T)} \rightarrow \text{Satz von BAYES}$$

(Eichler & Vogel, 2013, S. 82)

Transponiertes Einheitsquadrat für $h(M|T)$

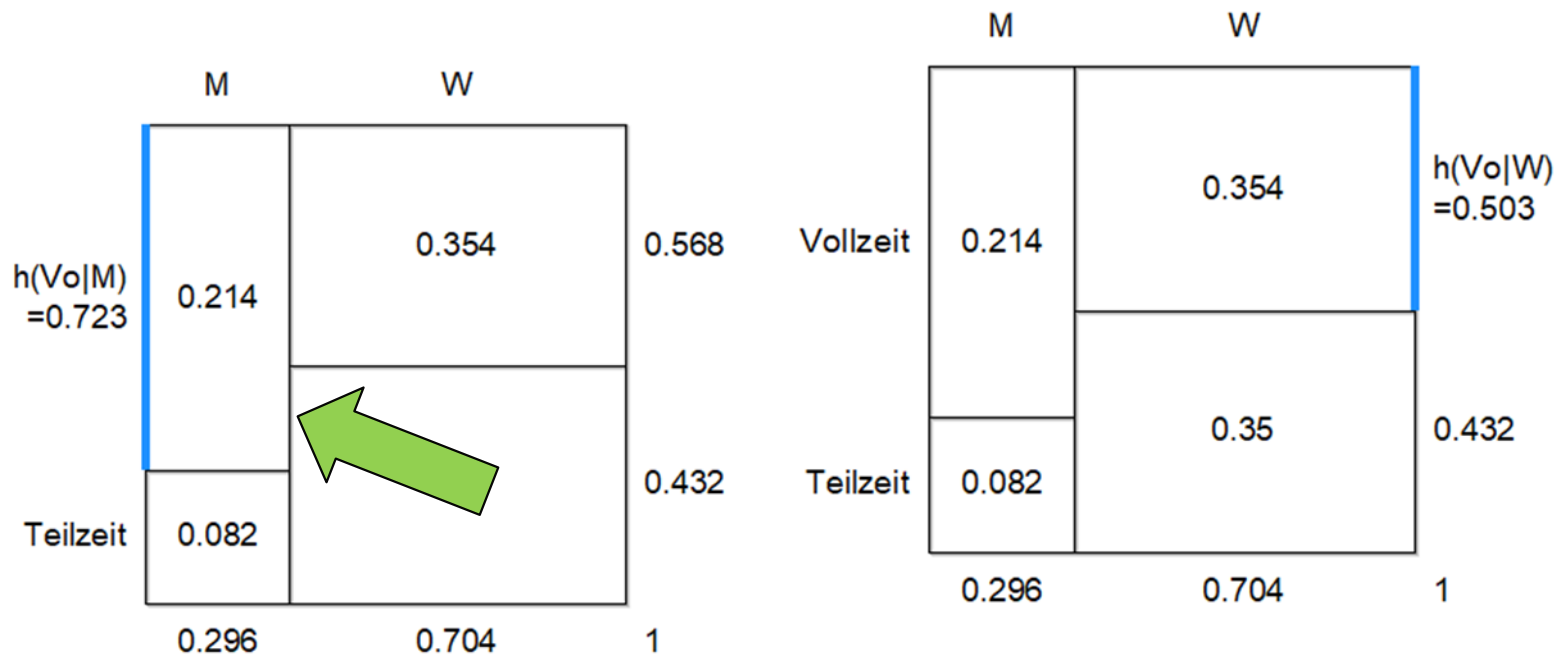
Das andere Merkmal
wird das
dominierende.
Hier:
Beschäftigungsausmaß

	Vollzeit	Teilzeit	
M	60	23	$h(M T_e) = 0.19$
W	99	98	

$\rightarrow h(M|T) = 0.19 < h(W|T) = 0.81$: der Anteil der Frauen unter den Teilzeitarbeitenden ist wesentlich größer als der Anteil der Männer!

(Döller & Götz, 2021)

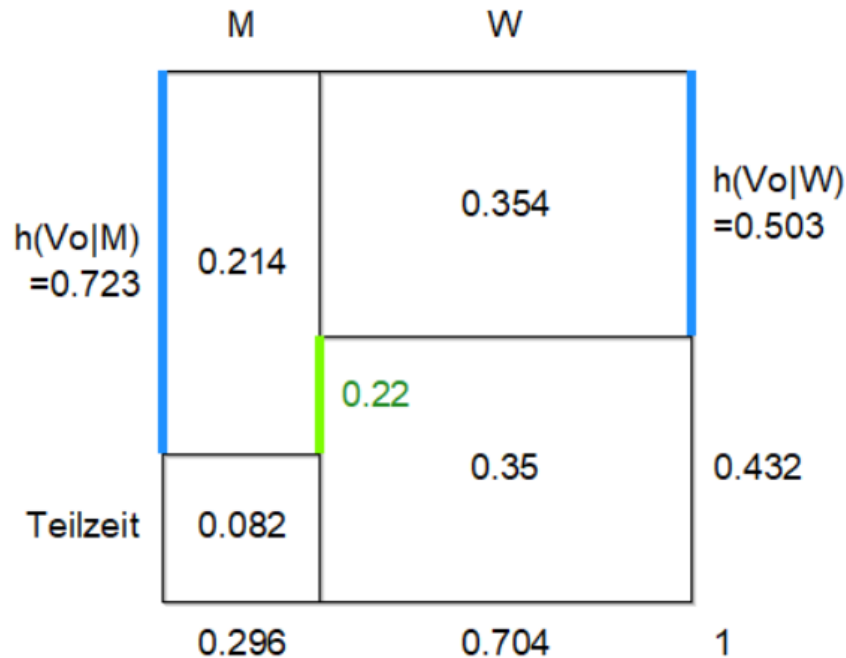
Nochmals: Vergleich in relativen bedingten Häufigkeiten $h(V|M) > h(V|W)$



Graphisch: **Stufe** im Einheitsquadrat

(Eichler & Vogel, 2013, S. 82 ff.)

Das Assoziationsmaß \mathcal{A}

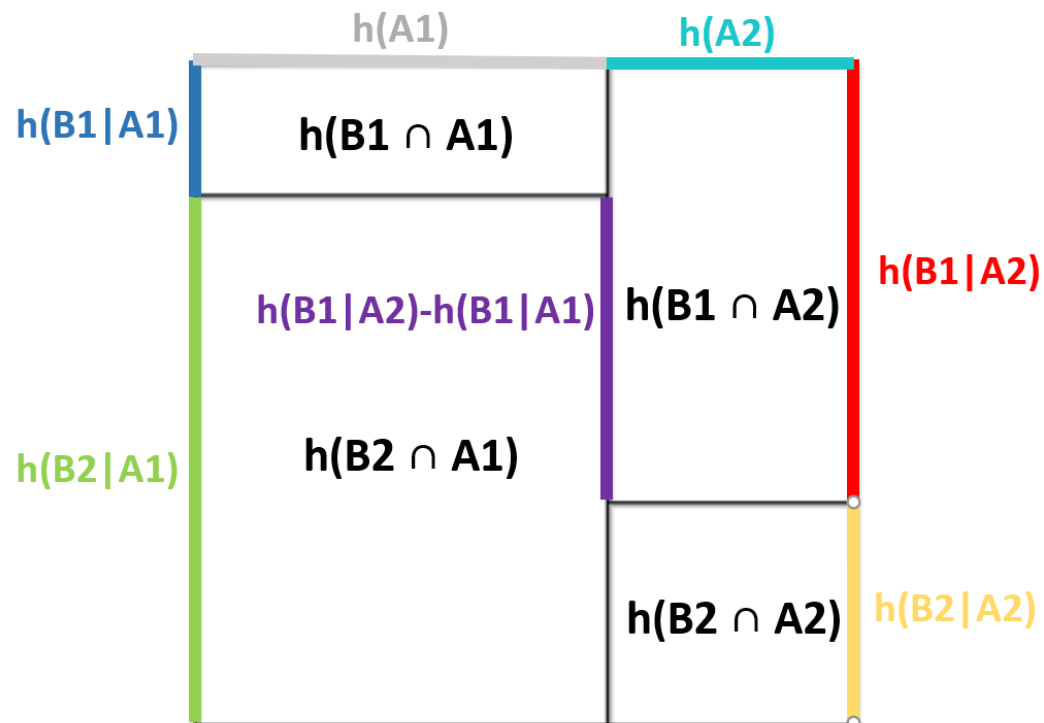


$$\mathcal{A}_E = h(V|M) - h(V|W) = 0.22$$

→ ein elementares Maß für die (Un-)Abhängigkeit der beiden Merkmale
(hier: Geschlecht und Beschäftigungsausmaß):
je höher die Stufe, desto größer die Abhängigkeit

(Eichler & Vogel, 2013, S. 84)

Übersicht



(Döller und Götz, 2022, p. 489)

Inhalte für Fortgeschrittene

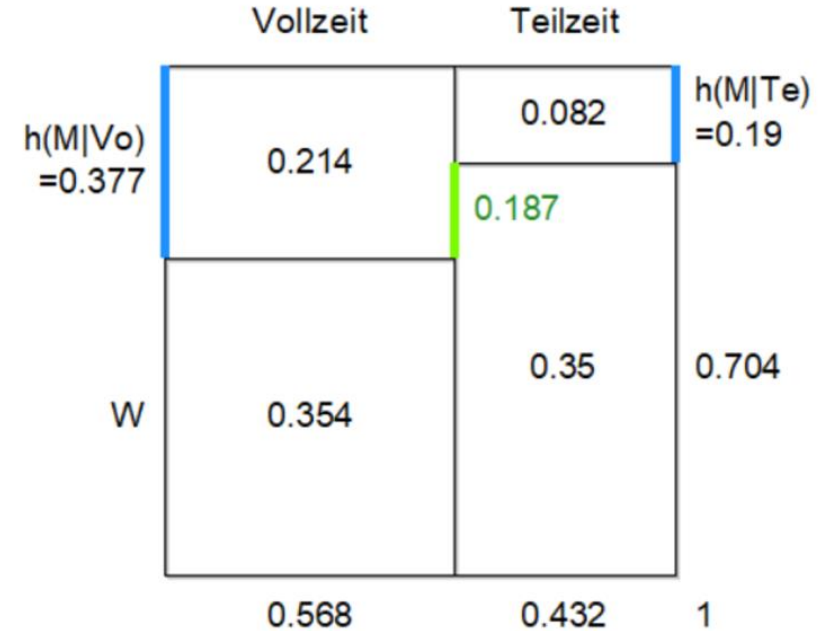
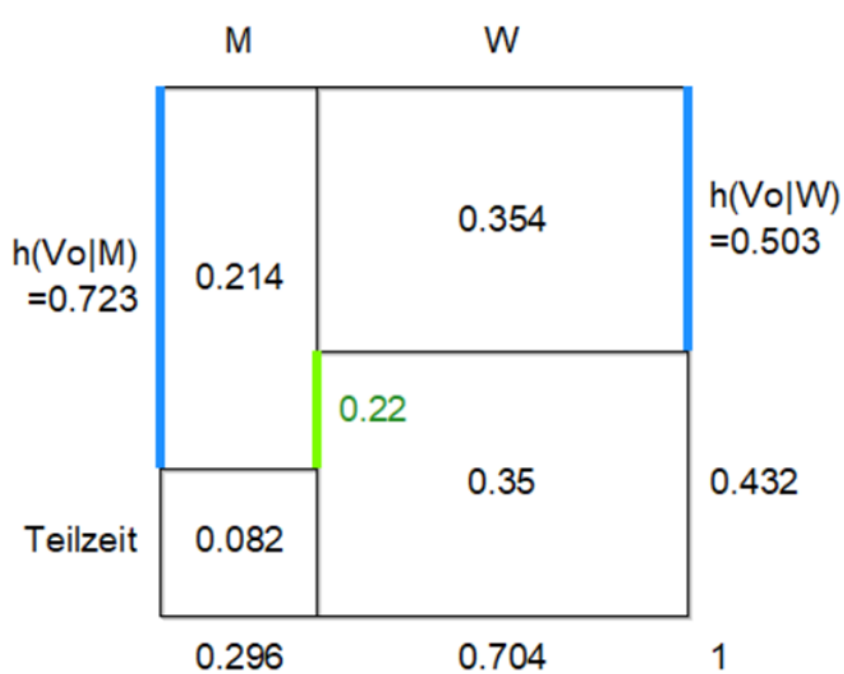
Das „transponierte“ Assoziationsmaß $\mathcal{A}_{\hat{E}}$

	Vollzeit	Teilzeit	
$h(M V_0)$ =0.377	0.214	0.082	$h(M T_e)$ =0.19
		0.187	
W	0.354	0.35	0.704
	0.568	0.432	1

$$\mathcal{A}_E \cdot h(M) \cdot h(W) = \mathcal{A}_{\hat{E}} \cdot h(V) \cdot h(T)$$

Beweis durch Einsetzen und Nachrechnen

(Döller, 2020, S. 21)



$$0.22 \cdot 0.296 \cdot 0.704 = 0.187 \cdot 0.568 \cdot 0.432$$

Zum Vergleich: Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest für die Vierfeldertafel

	Merkmal X		
Merkmal Y	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Zeilensumme
Ausprägung 1	a	b	a+b
Ausprägung 2	c	d	c+d
Spaltensumme	a+c	b+d	n = a+b+c+d

	M	W	Σ
V	60	99	159
T	23	98	121
Σ	83	197	280

$$X^2 = \frac{n \cdot (a \cdot d - c \cdot b)^2}{(a+c) \cdot (b+d) \cdot (a+b) \cdot (c+d)} \stackrel{a}{\sim} \chi_1^2.$$

$$x^2 = \frac{280 \cdot (60 \cdot 98 - 99 \cdot 23)^2}{83 \cdot 197 \cdot 159 \cdot 121} = 11.55 > \chi_{1;0.999}^2 = 10.83$$

→ höchstsignifikante Abhängigkeit von Geschlecht und Beschäftigungsausmaß!

Es gilt: $n \cdot \mathcal{A}_E \cdot \mathcal{A}_{\hat{E}} = X^2$

Noch ein (Un-)Abhängigkeitsmaß: odds ratio q

	γ	$r_n(b_1 a_2) = \gamma$
$\alpha = r_n(b_1 a_1)$	α	
	δ	$r_n(b_2 a_2) = \delta = 1 - \gamma$
$1 - \alpha = \beta = r_n(b_2 a_1)$	β	

$$q := \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{\gamma}{\delta} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot \frac{\gamma}{1 - \gamma} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot \frac{1 - \gamma}{\gamma}$$

$$q = \frac{0.723}{1 - 0.723} \cdot \frac{1 - 0.503}{0.503} = 2.58$$

Lustigerweise ist $q_E = q_{\hat{E}}$!

	M	W	
$h(Vo M) = 0.723$	0.214	0.354	$h(Vo W) = 0.503$
Teilzeit	0.082	0.35	0.432
	0.296	0.704	1

(Eichler & Vogel, 2011, S. 55)

Eine Übungs- bzw. Prüfungsaufgabe mit realem Kontext und eine mit fingierten Daten

Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) 1

Für den Lehrlingsgesundheitsbericht aus 2023 wurden insgesamt 3062 Lehrlinge (männlich – weiblich) in Österreich zu ihrem aktuellen Sportverhalten („mehrSport“ bedeutet mindestens einmal pro Woche Sport) befragt. Das gegebene Einheitsquadrat schlüsselt die erhaltenen Daten graphisch auf.

	männlich	weiblich
mehrSport	0.442	0.318
wenigSport	0.088	0.152

- 1) Bestimmen Sie den relativen Anteil der mehr Sport Betreibenden unter den weiblichen Lehrlingen in dieser Stichprobe!
- 2) Wie groß ist der relative Anteil der Lehrlinge, die wenig Sport betreiben, in dieser Stichprobe?
- 3) Berechnen Sie den relativen Anteil der männlichen Lehrlinge unter jenen, die mehr Sport betreiben, in dieser Stichprobe!
- 4) Erklären Sie, wie der Satz von BAYES mit Hilfe dieser Aufgabe vorbereitet werden kann!

<https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Kinder--und-Jugendgesundheit/HBSC.html>

Fingierte Daten Unabhängigkeit von Merkmalen

Die Schüler:innen einer HTL wurden über ihren Konsum von Fastfood befragt. Unter $n = 522$ Befragten gaben 153 an, weiblich (W) zu sein. Der Rest nannte männlich (M) als Geschlecht. Von den männlichen Schülern sagten zwei Drittel aus, regelmäßig Fastfood (F) zu konsumieren. Andererseits teilten 51 der Mädchen mit, unregelmäßig bzw. selten ($\neg F$) Fastfood zu sich zu nehmen.

$$\rightarrow \mathcal{A} = 0 \text{ und } q = 1$$

$$h(F|M) - h(F|W) = 0 \Leftrightarrow h(F|M) = h(F|W)$$

	M	W
Fastfood	246	102
No_Fastfood	123	51

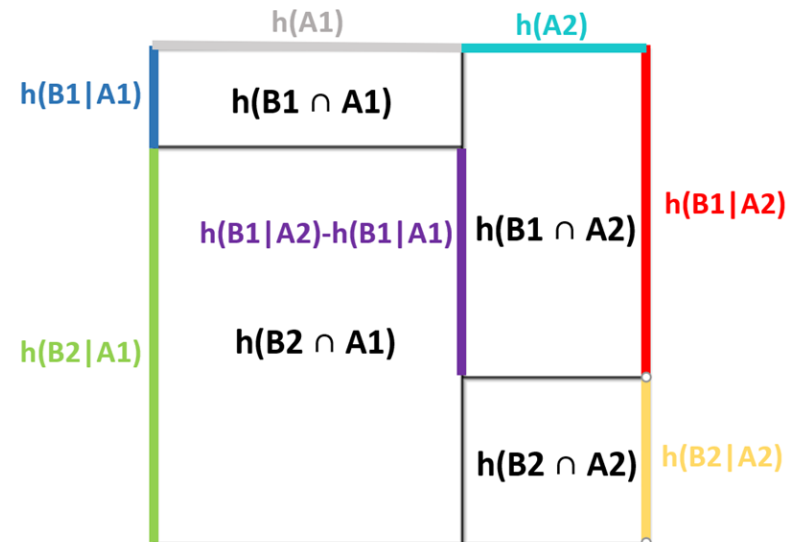
Die Stufe verschwindet

Nochmals für Fortgeschrittene: Charakterisierungen der Unabhängigkeit von Merkmalen

$$\mathcal{A} = 0 \Leftrightarrow q = 1$$

$$i. \quad \mathcal{A} = 0 \rightarrow \alpha = \gamma \rightarrow 1 - \alpha = 1 - \gamma \rightarrow \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{\gamma}{1-\gamma} \rightarrow q = 1$$

$$ii. \quad q = 1 \rightarrow \frac{\alpha}{1-\alpha} : \frac{\gamma}{1-\gamma} = 1 = \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{1-\gamma}{\gamma} \rightarrow \frac{1-\alpha}{\alpha} = \frac{1-\gamma}{\gamma} \rightarrow \frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{1}{\gamma} - 1 \rightarrow \alpha = \gamma \rightarrow \mathcal{A} = 0$$



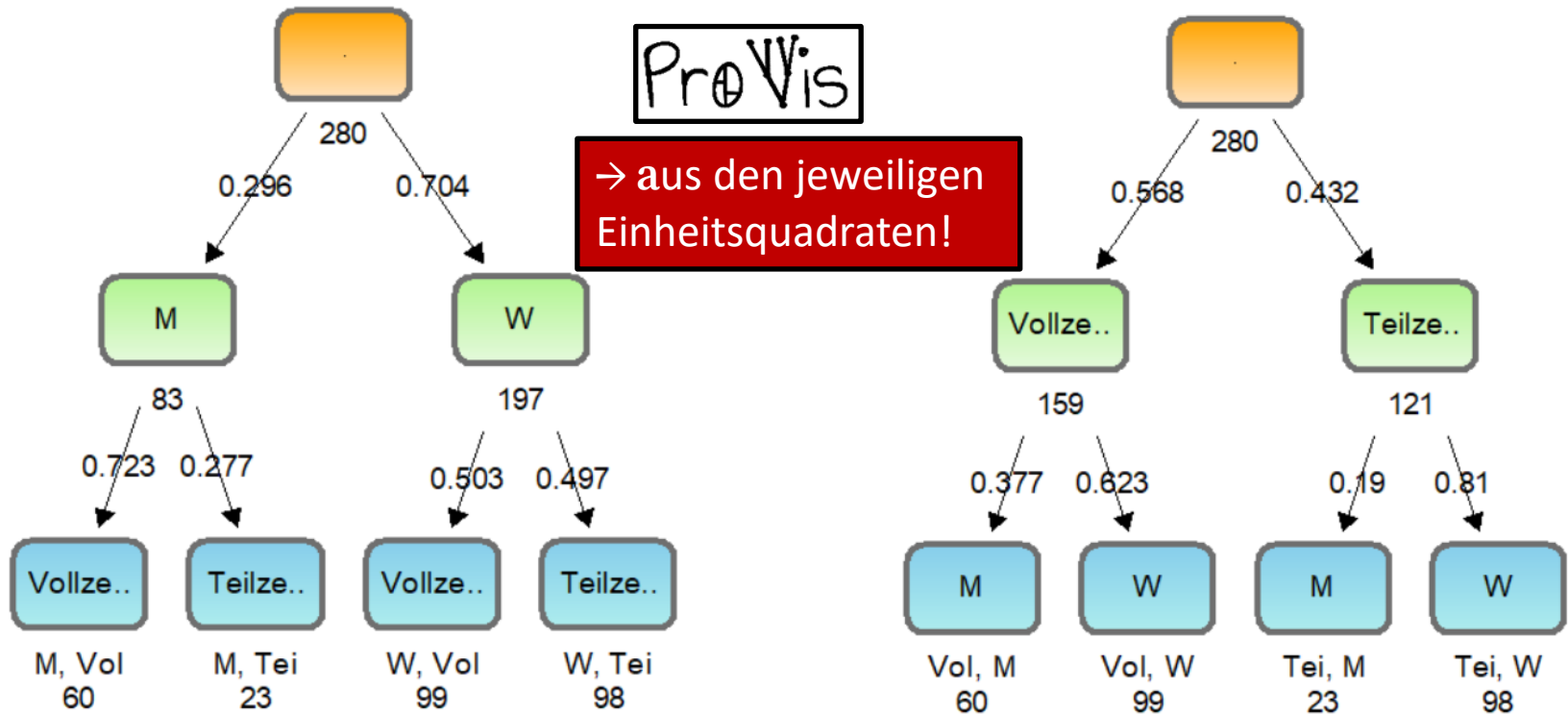
Weiters:

- $\mathcal{A} = 0 \Leftrightarrow h(B1|A1) = h(B1)$
- $\mathcal{A} = 0 \Leftrightarrow h(B1 \cap A1) = h(B1) \cdot h(A1)$

Andere graphische Darstellungen dichotomer nominalskaliertter Merkmale

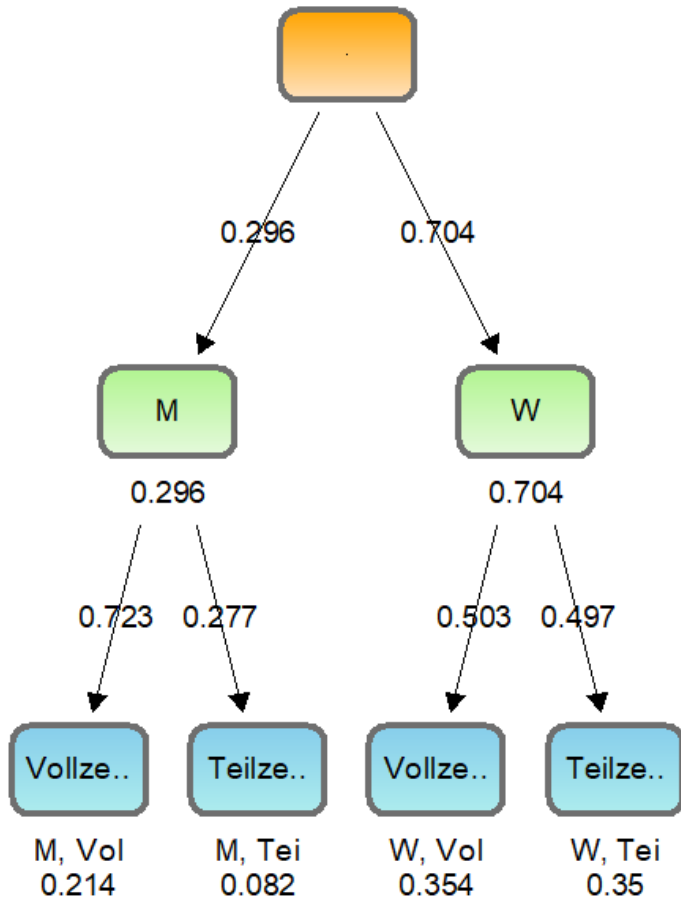
Zwei Baumdiagramme mit absoluten Häufigkeiten

6. Schulstufe: Arbeiten mit relativen Anteilen und relativen Häufigkeiten in zweistufigen, allenfalls dreistufigen Situationen, insbesondere mit Hilfe von **Baumdiagrammen**



<https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&Artikel=&Paragraf=&Anlage=1&Uebergangsrecht=>
 (Binder et al., 2023)

Ein Baumdiagramm mit relativen UND-Häufigkeiten



„Während in den in der Schule
 üblicherweise verwendeten
 Vierfeldertafeln
Schnittwahrscheinlichkeiten
 (aber keine bedingten
 Wahrscheinlichkeiten) fokussiert
 werden, stehen bei den schulisch
 typischerweise eingesetzten
Baumdiagrammen umgekehrt
bedingte Wahrscheinlichkeiten
 (aber keine
Schnittwahrscheinlichkeiten) im
 Fokus.“ (Hervorhebung fett S. G.,
 kursiv im Original)

(Binder et al. 2023, S. 477)

Gegenüberstellung Baumdiagramm und Einheitsquadrat (Hervorhebungen S. G.)

„[Das **Baumdiagramm**] ist [...] eine Hilfestellung zur **gedanklichen Strukturierung** eines zufälligen Vorgangs. Es ist nicht selbst Lösung eines Problems, sondern eine **Heuristik, um eine Lösung zu finden**. Die gleiche Funktion hat auch das **Einheitsquadrat** [...]. Gegenüber dem Baum hat es den Nachteil, dass es **weniger universal** ist. So ist es sinnvoll **nur in Situationen** einsetzbar, in denen die **stochastische Abhängigkeit** von Ereignissen untersucht werden soll.“

Bei der Untersuchung von stochastischen Abhängigkeiten hat das Einheitsquadrat gegenüber dem Baum den Vorteil, gleichzeitig eine **numerische (bzw. formale) und eine geometrische Repräsentation** des Problems zu bieten. Neben den Termen oder Wahrscheinlichkeiten können die Flächeninhalte und deren Verhältnis untereinander in die Analyse einbezogen werden. Schließlich bietet – im Hinblick auf die Flächenverhältnisse – das Einheitsquadrat insbesondere dann einen Vorteil, wenn es **interaktive Parameteränderungen** erlaubt. [...]“

(Eichler & Vogel, 2013, S. 209 f.)

Empirisch-didaktischer Vergleich

Ergebnisse eines Vergleichs von Baumdiagramm und Einheitsquadrat

- das Einheitsquadrat übertrifft das Baumdiagramm in der **Darstellung** und der **Veranschaulichung von Rechenregeln und Zusammenhängen**
- die **Konstruktion** ist schwieriger → ProVis

Kriterium	Wahrscheinlichkeitsbaum	Einheitsquadrat
• Aufstellung des Modells	++	+
• Repräsentation des Ereignisraumes (numerisch, grafisch)	+	++
• Problemlösung (Rechenregeln ablesbar)	+	+++
• Qualitative Zusammenhänge (Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit, Satz von Bayes)	+	+++
Berücksichtigung von Aspekten der menschlichen Informationsverarbeitung	+	++

(Bea & Scholz, 1995, S. 307)

Mathematikdidaktische und kognitionspsychologische Perspektive

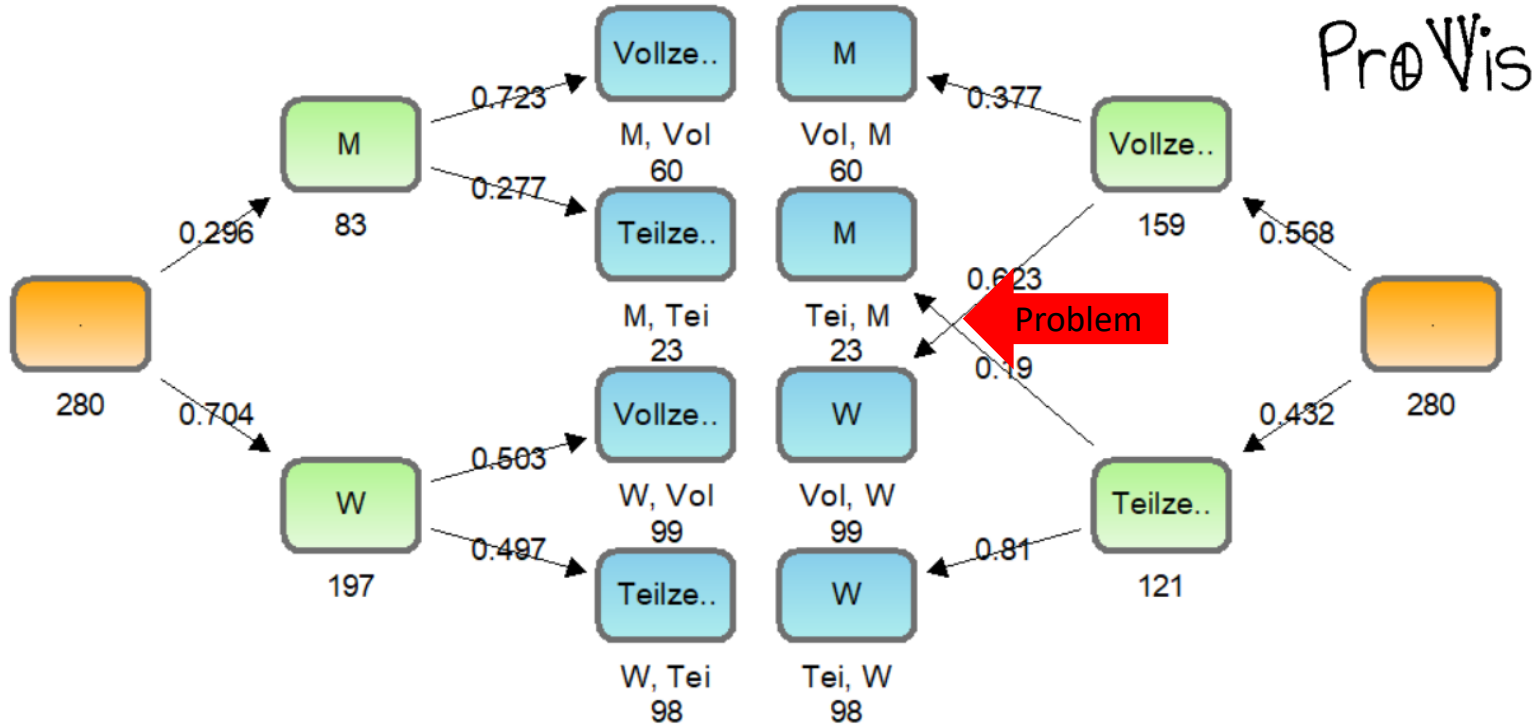
Erhebungen zu Einheitsquadrat und Baumdiagramm durchgeführt von BÖCHERER-LINDER ergaben:

- „1. Das Einheitsquadrat ist günstiger als das Baumdiagramm für das Erkennen von *Teilmengenbeziehungen*. [...]
- 2. Das Einheitsquadrat ist günstiger als das Baumdiagramm für die *Berechnung* der Formel von Bayes. [...]
- 3. Das Einheitsquadrat ist günstiger als das Baumdiagramm für das *Verständnis* von Parameterabhängigkeiten bei bedingten Wahrscheinlichkeiten. [...]“

(Böcherer-Linder, 2017, S. 52, Hervorhebungen im Original)

Ein waagrechter (!) Doppelbaum

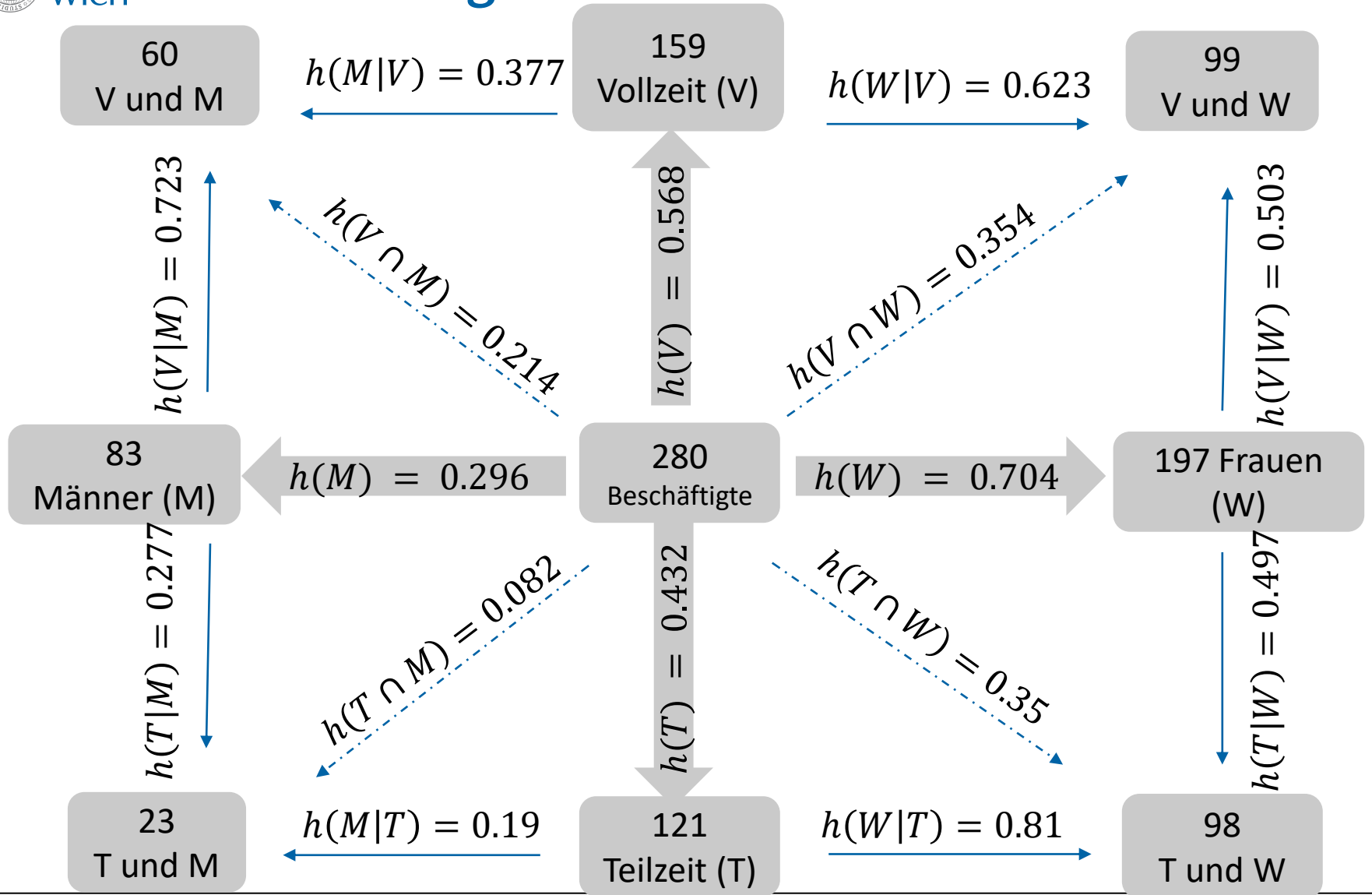
→ keine Auszeichnung eines Merkmals!



„Aus didaktischer Sicht ist es bedauerlich, dass Häufigkeitsbäume schulisch nur eine untergeordnete Rolle spielen, da sich in empirischen Studien gerade Visualisierungen mit absoluten Häufigkeiten [...] als hilfreich erwiesen haben.“

(Binder et al. , 2018; Binder et al., 2023, S. 477, S. 480)

Ein Häufigkeitsnetz



(Binder et al., 2023)

Didaktisches Resümee

- **Spiralprinzip:**

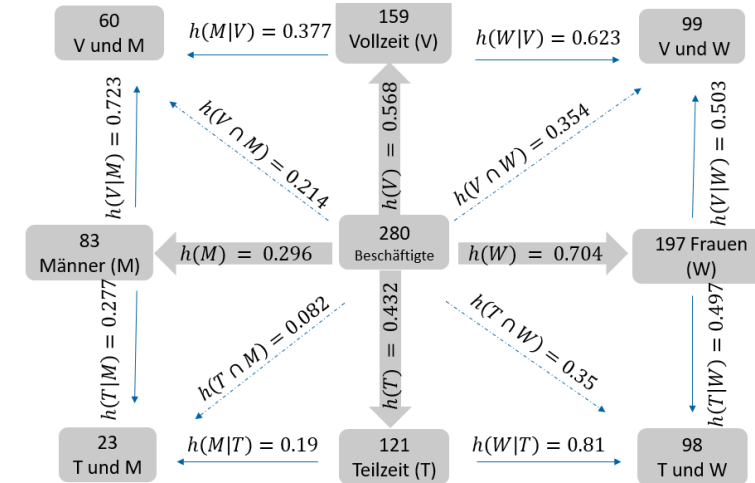
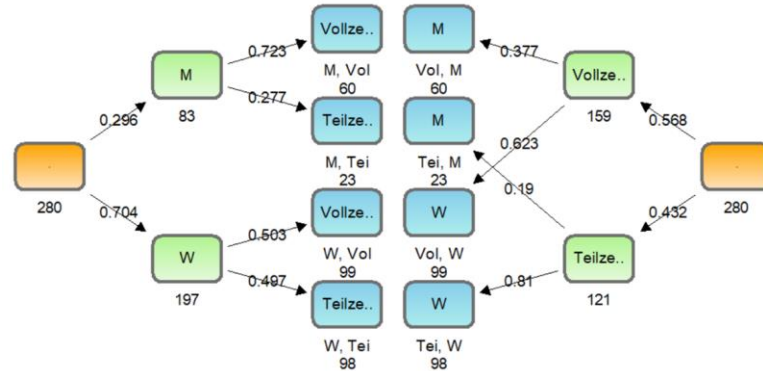
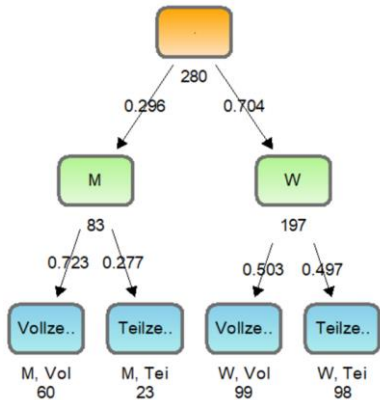
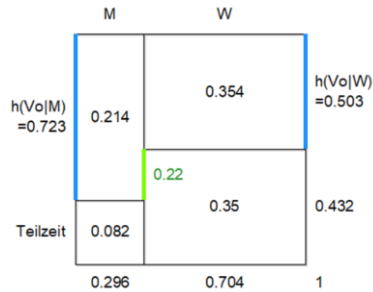
- Baumdiagramm → Einheitsquadrat → Doppelbaum → Häufigkeitsnetz
- Absolute → relative (bedingte) Häufigkeiten → Wahrscheinlichkeiten mit künstlichen absoluten Häufigkeiten
- Assoziationsmaß \mathcal{A} → odds ratio q (→ Testgröße X^2 des Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests)
- Vergleich von bedingten Häufigkeiten (→ BAYES-Aufgaben)

- **Ziele:**

- Interpretation der jeweiligen Darstellung
- Wechsel zwischen den Darstellungen
- Schärfung des Konzepts Unabhängigkeit von Merkmalen durch unterschiedliche Charakterisierungen (→ Unabhängigkeit von Zufallsvariablen)
- Unterscheidung relative Häufigkeiten – Wahrscheinlichkeiten

(Binder et al., 2023, McDowell & Jacobs, 2017; Krauss et al., 2020)

Empirischer Vergleich



„Obwohl Häufigkeitsdoppelbäume und Häufigkeitsnetze den Schülerinnen und Schülern gänzlich unbekannt waren, unterstützten diese Visualisierungen die Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung der Aufgaben am meisten.“

(Binder et al., 2023, S. 471, Hervorhebungen im Original)

Literatur

- Bea, W. & Scholz, R. (1995). Graphische Modelle bedingter Wahrscheinlichkeiten im empirisch-didaktischen Vergleich. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 16, 299–327. <https://doi.org/10.1007/BF03338820>
- Binder, K., Krauss, S. & Wassner, C. (2018). Der Häufigkeitsdoppelbaum als didaktisch hilfreiches Werkzeug von der Unterstufe bis zum Abitur. *Stochastik in der Schule*, 38, 2–11.
- Binder, K., Steib, N. & Krauss, S. (2023). Von Baumdiagrammen über Doppelbäume zu Häufigkeitsnetzen – kognitive Überlastung oder didaktische Unterstützung? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 44, 471–503. <https://doi.org/10.1007/s13138-022-00215-9>
- Böcherer-Linder, K. (2017). Visualisierung bedingter Wahrscheinlichkeiten: eine Untersuchung aus kognitionspsychologischer, mathematikdidaktischer und schulpraktischer Perspektive. Pädagogische Hochschule Freiburg: Dissertation. https://www.researchgate.net/publication/327722172_Visualisierung_bedingter_Wahrscheinlichkeiten
- Döller, V. (2020). ProVis – Probability Visualized: Technologische Unterstützung für den Einsatz von Einheitsquadraten und Baumdiagrammen im Stochastikunterricht. Universität Wien: Diplomarbeit. <https://doi.org/10.25365/thesis.61461>
- Döller, V. & Götz, S. (2021). Baumdiagramme und Einheitsquadrate 4.0. *Stochastik in der Schule* 41 (2021), Heft 3, 9–19.
- Döller, V. & Götz, S. (2022). Tree Diagrams and Unit Squares 4.0: Digitizing Stochastic Classes with the Didactic Modeling Tool ProVis. In D. Karagiannis, M. Lee, K. Hinkelmann & W. Utz (eds.), *Domain-Specific Conceptual Modeling. Concepts, Methods and ADOxx Tools* (pp. 481–501). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93547-4_21
- Eichler, A. & Vogel, M. (2011). Leitfaden Stochastik: Für Studierende und Ausübende des Lehramts. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9909-5>
- Eichler, A. & Vogel, M. (2013). Leitidee Daten und Zufall: Von konkreten Beispielen zur Didaktik der Stochastik (2., aktualisierte Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-00118-6>
- Krauss, S., Weber, P., Binder, K. & Bruckmaier, G. (2020). Natürliche Häufigkeiten als numerische Darstellungsart von Anteilen und Unsicherheit – Forschungsdesiderate und einige Antworten. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 38(1), 407. <https://doi.org/10.1007/s13138-019-00156-w>
- McDowell, M. & Jacobs, P. (2017). Meta-analysis of the effect of natural frequencies on Bayesian reasoning. *Psychological bulletin*, 143, 1273–1312. <https://doi.org/10.1037/bul0000126>



Pr \oplus Vis - Probability Visualized Workshop

<https://www.omilab.org/activities/projects/details/?id=126>

Leitlinien von ProVis


Übersicht

Anforderung 1 –
Verschiedene Typen
von Baumdiagrammen
realisieren

Anforderung 2 –
Rechenarbeit
automatisieren

Anforderung 3 –
Baumdiagramme nach
dem Spiralprinzip
unterstützen

Anforderung 4 –
Einheitsquadrate
automatisch erstellen

 **Anforderung 5 –**
Baumdiagramm und
Einheitsquadrat
vernetzen

Anforderung 6 –
Grafische Darstellung
dynamisieren,
Visualisierung
unterstützen

Anforderung 7 –
Experimentieren
anregen

(Döller, 2020)

Oberfläche von Pro^{vis}

Eingabe

“Notebook“

Einheitsquadrat-20803-20825 (Einheitsquadrat)

Merkmal A

Merkmal A Name:

Ausprägung A1 Name:

Ausprägung A2 Name:

Merkmal B

Merkmal B Name:

Ausprägung B1 Name:

Ausprägung B2 Name:

Einheitsquadrat-20803-20825 (Einheitsquadrat)

Absolute Häufigkeit:

Ausprägung	A1	A2
1 B1	60	99
2 B2	23	98

Gesamtanzahl:

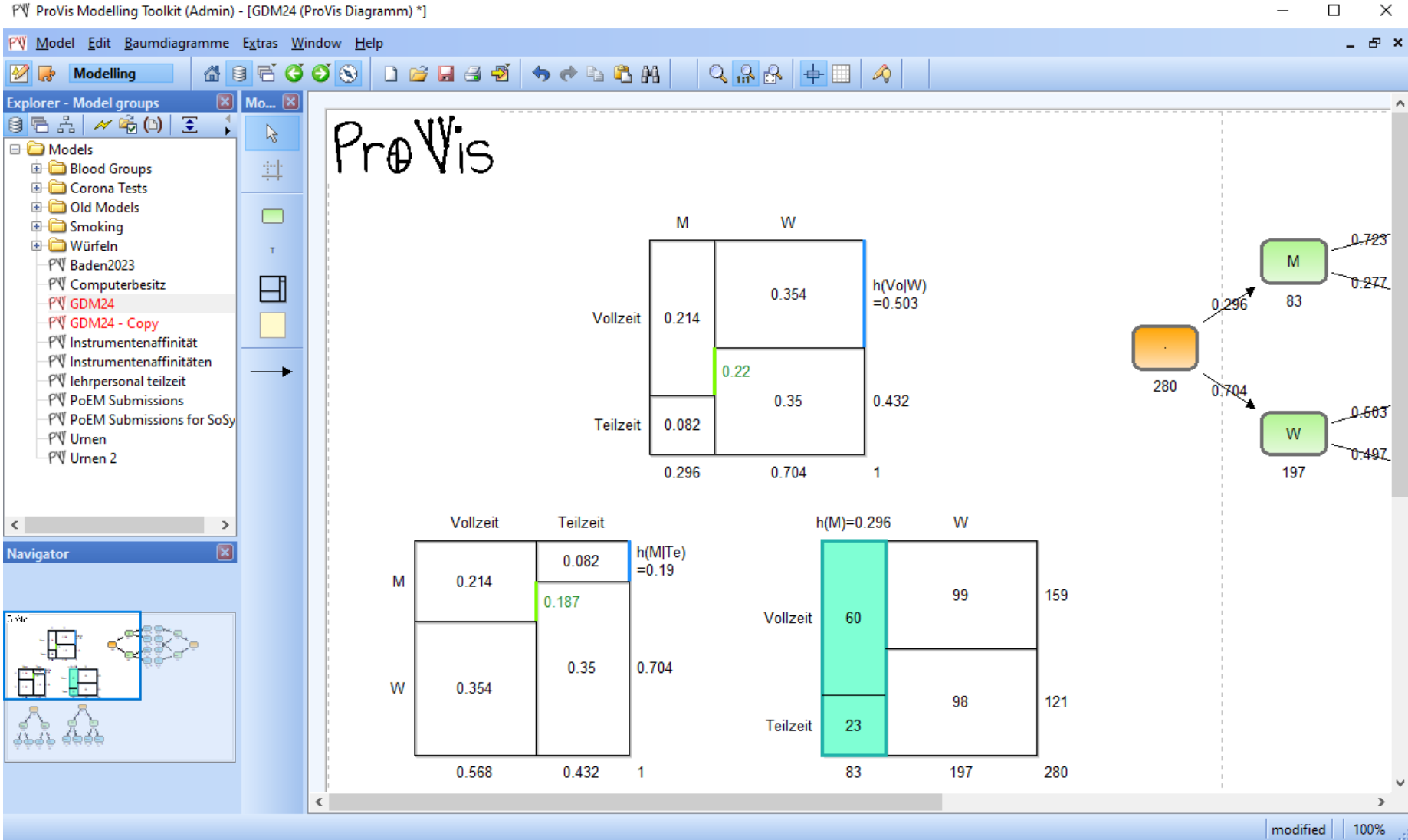
Relative Häufigkeit:

Ausprägung	A1	A2
1 B1		
2 B2		

Navigation: Merkmale, Häufigkeiten, Grafische Darstellung, Funktionalität

ProVis

<https://www.omilab.org/activities/omilab-book-series/volume2/details/?id=41>



Hands on – Aufgaben lösen mit ProVis

Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) 2

Im HBSC-Bericht aus 2022 wurden österreichische Schüler:innen der 11. Schulstufe über ihren aktuellen Konsum von Nikotinprodukten (Zigaretten, E-Zigaretten, Wasserpfeife und andere Nikotinprodukte) befragt. In der folgenden Vierfeldertafel sind die absoluten Häufigkeiten aktuell konsumierender und nicht-konsumierender Mädchen und Burschen der Stichprobe dargestellt.

	Mädchen (W)	Burschen (M)	Summe
Nikotin-Konsum (K)	310	175	485
KEIN Nikotin-Konsum (-K)	527	398	925
Summe	837	573	1410

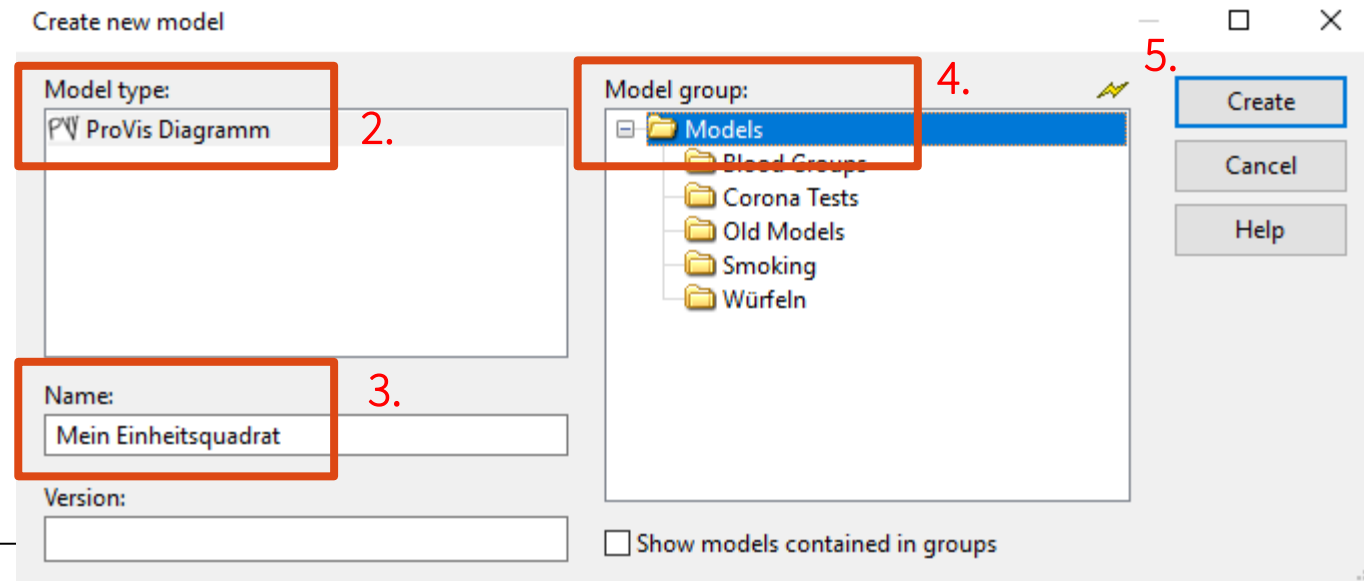
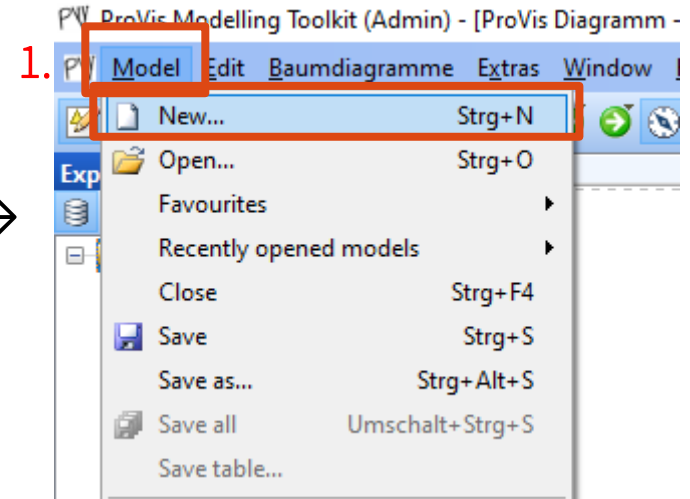
<https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Kinder--und-Jugendgesundheit/HBSC.html>

Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

- 1) Stellen Sie diese Daten in einem Einheitsquadrat dar! Wählen Sie als dominierendes Merkmal das Geschlecht!
- 2) Begründen Sie mithilfe des Assoziationsmaßes, ob ein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Konsum von Nikotinprodukten bei den Schüler:innen besteht!
- 3) Geben Sie die bedingte relative Häufigkeit der Nikotin-Konsumentinnen unter den Mädchen an!
- 4) Leiten Sie aus dem Einheitsquadrat ein Baumdiagramm ab! Wählen Sie als dominierendes Merkmal wieder das Geschlecht!
- 5) Stellen Sie das transponierte Einheitsquadrat dar!
- 6) Geben Sie die bedingte relative Häufigkeit der Burschen an unter jenen, die kein Nikotin konsumieren!
- 7) Leiten Sie aus dem transponierten Einheitsquadrat das Baumdiagramm ab!

Erstellen eines Modells

1. Im Menü „**Model**“ Punkt „**New**“ auswählen → Das Fenster „Create new model“ öffnet sich.
2. Den „**Model type**“ „**ProVis Diagramm**“ auswählen.
3. Einen **Namen** für das Modell eintragen.
4. Einen **Ordner** auswählen, in den das Modell gespeichert werden soll.
5. Den Button „**Create**“ klicken.

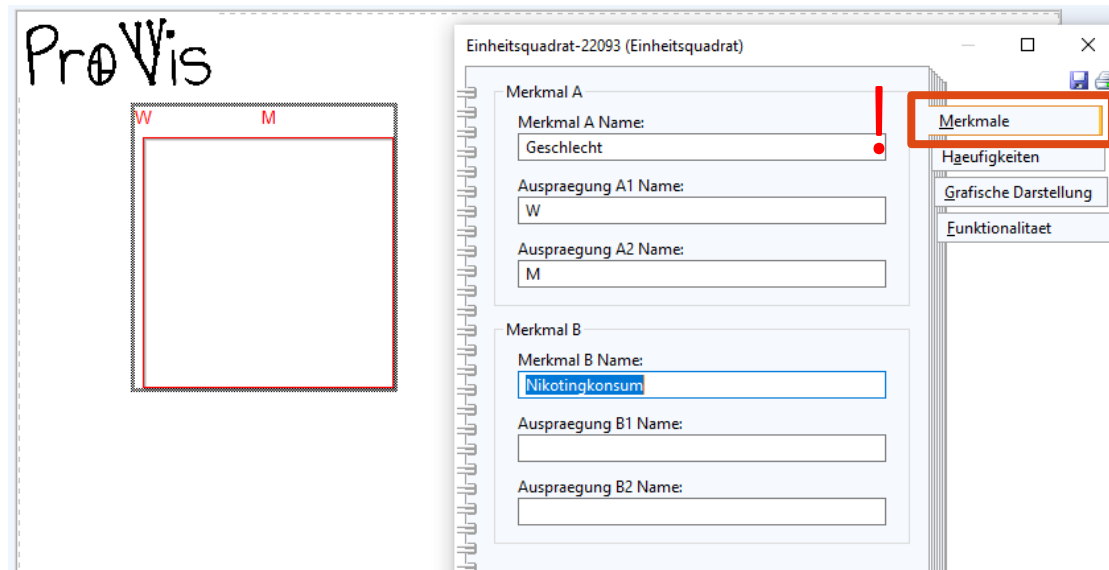


Das Einheitsquadrat mit Namen und Daten befüllen 1

Durch **Doppelklick auf das Quadrat** öffnet sich das **Notebook**, über das die Interaktion mit dem Quadrat stattfindet.

Das **Notebook** gliedert sich in **mehrere Tabs**.

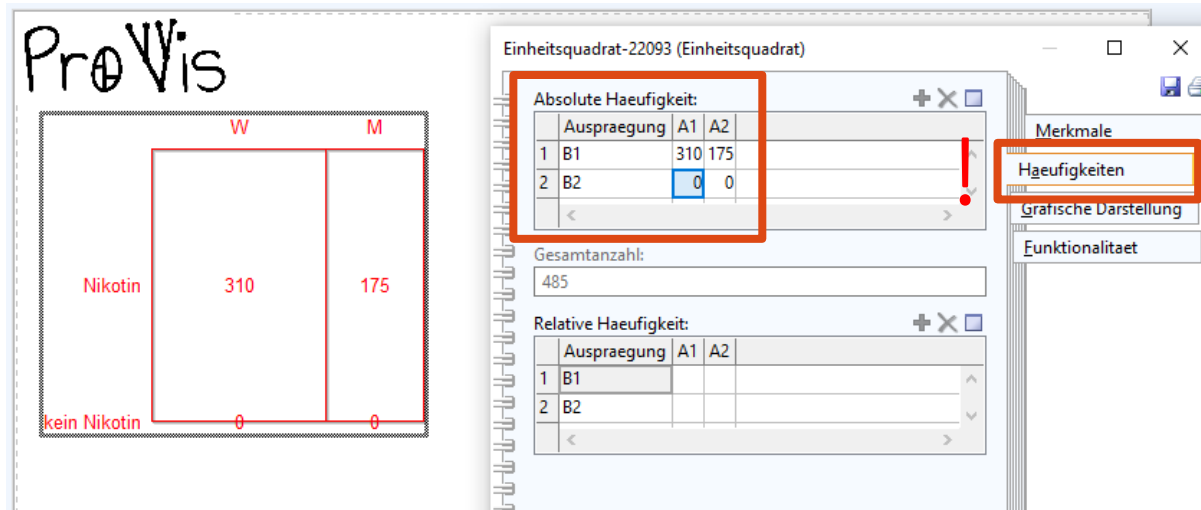
Im **ersten**, „**Merkmale**“, können die **Namen** der **Merkmale** eingetragen werden. Diese erscheinen an den Rändern des Einheitsquadrats.



Das Einheitsquadrat mit Namen und Daten befüllen 2

Im **zweiten** Tab, „**Häufigkeiten**“, können die **absoluten** oder **relativen Häufigkeiten** der Merkmalskombinationen eingetragen werden.

Das Einheitsquadrat passt sich sofort den neuen Daten an.



The image shows two parts of the ProVis software interface. On the left is a unit square diagram with the handwritten text 'ProVis' at the top. The square is divided into two columns labeled 'W' and 'M' at the top. The left column is labeled 'Nikotin' and contains the value '310'. The right column is labeled 'kein Nikotin' and contains the value '175'. At the bottom of the square, there are two '0' values. On the right is a screenshot of the 'Einheitsquadrat-22093 (Einheitsquadrat)' window. It has two tabs: 'Absolute Häufigkeit' and 'Relative Häufigkeit'. The 'Absolute Häufigkeit' tab is active and shows a table with the following data:

Ausprägung	A1	A2
1 B1	310	175
2 B2	0	0

The 'Gesamtanzahl:' field shows '485'. The 'Relative Häufigkeit' tab is also visible but empty.

Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

- 1) Stellen Sie diese Daten in einem Einheitsquadrat dar! Wählen Sie als dominierendes Merkmal das Geschlecht!

	W	M	
Nikotin	310	175	485
keinNikotin	527	398	925
	837	573	1410

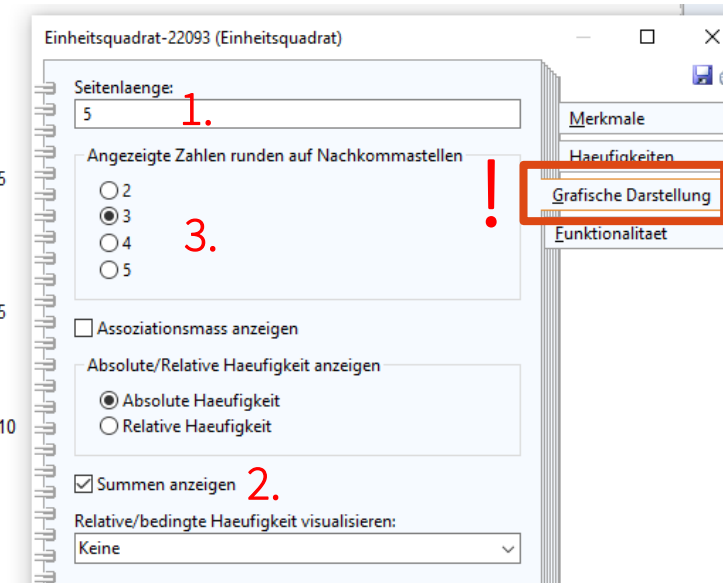
Grafische Analyse des Einheitsquadrats 1

Im **dritten** Tab, „**Grafische Darstellung**“, können die Darstellung des Quadrats angepasst und verschiedene Größen explizit angezeigt werden.

1. Die Seitenlänge kann variiert werden (max. 15cm).
2. Die Spalten- und Zeilensummen können angezeigt werden.
3. Alle nicht ganzzahligen Werte werden gerundet, die Anzahl der angezeigten Nachkommastellen kann ausgewählt werden.

ProVis

	W	M	
Nikotin	310	175	485
kein Nikotin	527	398	925
	837	573	1410



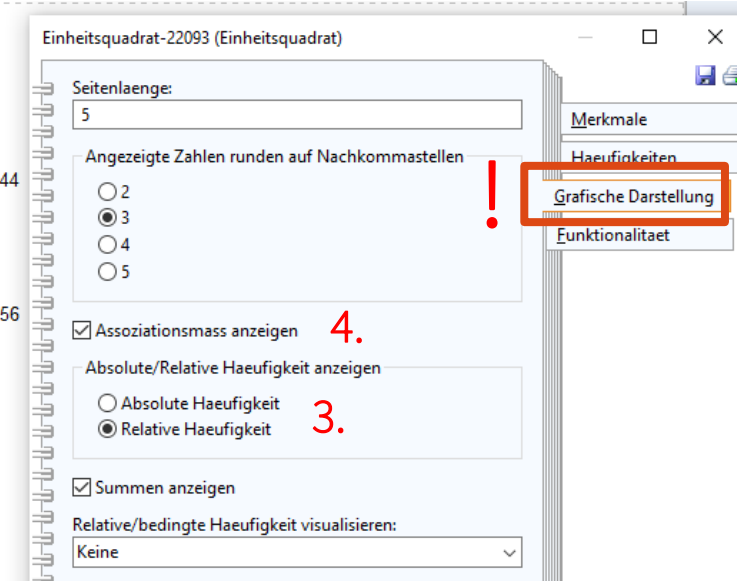
Grafische Analyse des Einheitsquadrats 2

Im **dritten** Tab, „**Grafische Darstellung**“, können die Darstellung des Quadrats angepasst und verschiedene Größen explizit angezeigt werden.

3. Zu absoluten Häufigkeiten können die relativen Häufigkeiten berechnet und angezeigt werden.
4. Das Assoziationsmaß kann explizit angezeigt werden.

ProVis

	W	M	
Nikotin	0.22	0.124	0.344
		0.065	4.
kein Nikotin	0.374	0.282	0.656
	0.594	0.406	1



Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

- 2) Begründen Sie mithilfe des **Assoziationsmaßes**, ob ein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Konsum von Nikotinprodukten bei den Schüler:innen besteht!

Das linke obere Rechteck ist unscheinbar höher als das rechte. Das Assoziationsmaß beträgt 0.065, also beinahe 0.

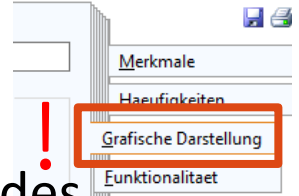
→ **Der Nikotin-Konsum ist daher nicht (kaum) abhängig vom Geschlecht.**

	W	M	
Nikotin	310	175	485
kein Nikotin	527	398	925
	837	573	1410

0.065

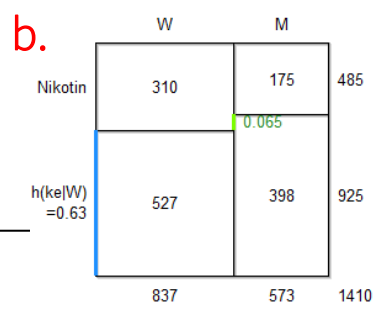
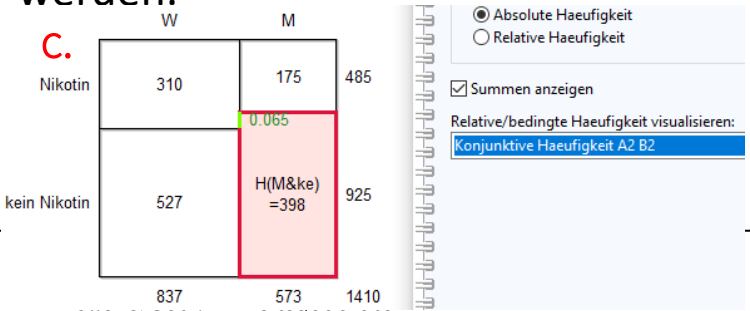
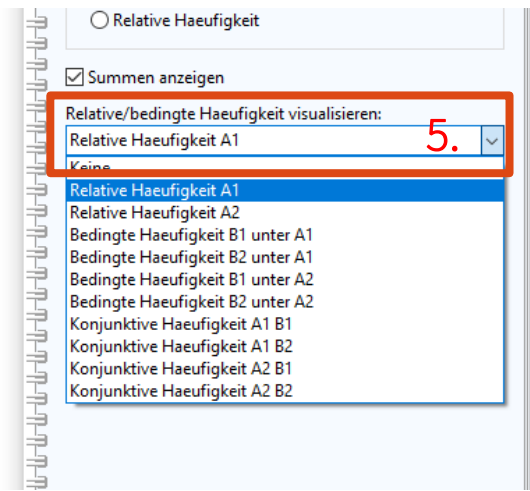
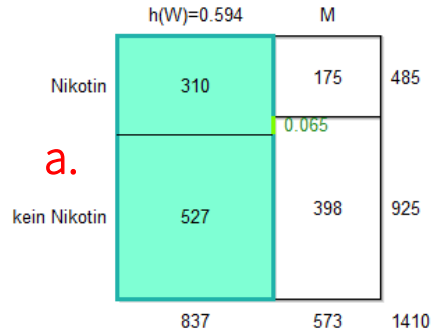
Grafische Analyse des Einheitsquadrats 3

Im **dritten** Tab, „**Grafische Darstellung**“, können die Darstellung des Quadrats angepasst und verschiedene Größen explizit angezeigt werden.



5. In der Drop-Down Liste „**Relative/bedingte Häufigkeiten visualisieren**“ können

- die **relativen Anteile** des führenden Merkmals (a.),
 - die **bedingten Häufigkeiten** (b.),
 - sowie die **UND-Häufigkeiten** (c.),
- explizit als Strecke oder Fläche markiert und numerisch angezeigt werden.



Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

- 3) Geben Sie die bedingte relative Häufigkeit der Nikotin-Konsumentinnen unter den Mädchen an!

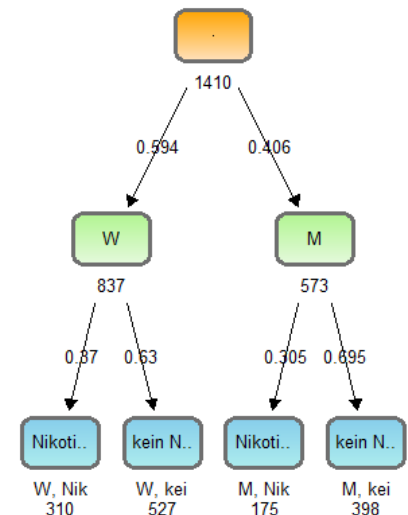
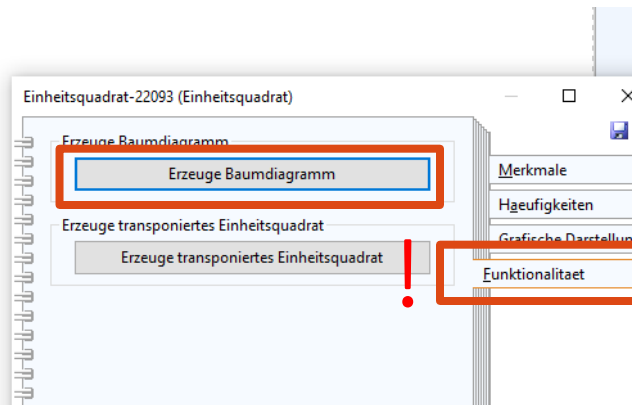
	W	M	
$h(Ni W) = 0.37$	310	175	485
kein Nikotin	527	398	925
	837	573	1410

Einheitsquadrat und Baumdiagramm vernetzen

Mit ProVis wird die Nutzung der Vorteile beider Visualisierungen möglich: Im Tab „**Funktionalitaet**“ kann über den Button „**Erzeuge Baumdiagramm**“ per Knopfdruck der **zweistufige Baum mit absoluten bzw. relativen Häufigkeiten** erstellt werden. Der Baum erscheint unter dem Einheitsquadrat.

ProVis

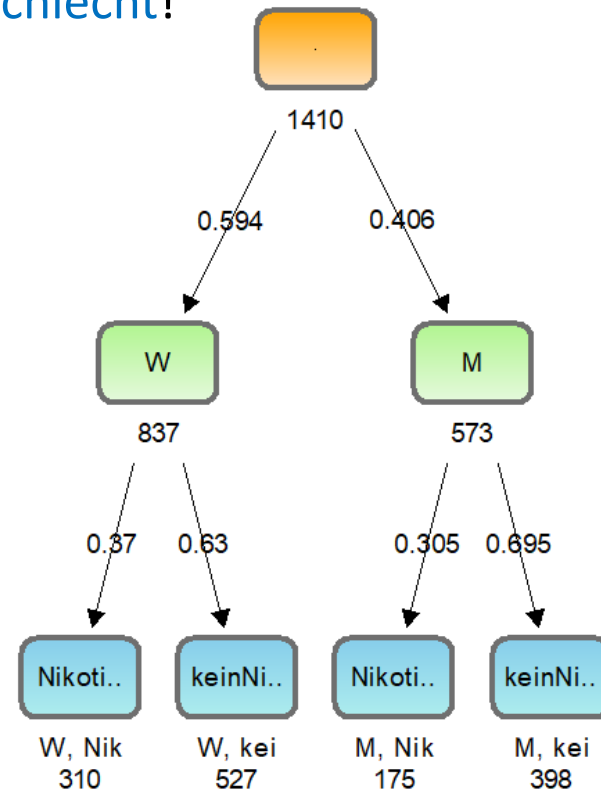
	W	M	
Nikotin	310	175	485
kein Nikotin	527	398	925
	837	573	1410



Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

- 4) Leiten Sie aus dem Einheitsquadrat ein **Baumdiagramm** ab! Wählen Sie als **dominierendes Merkmal** wieder das **Geschlecht**!

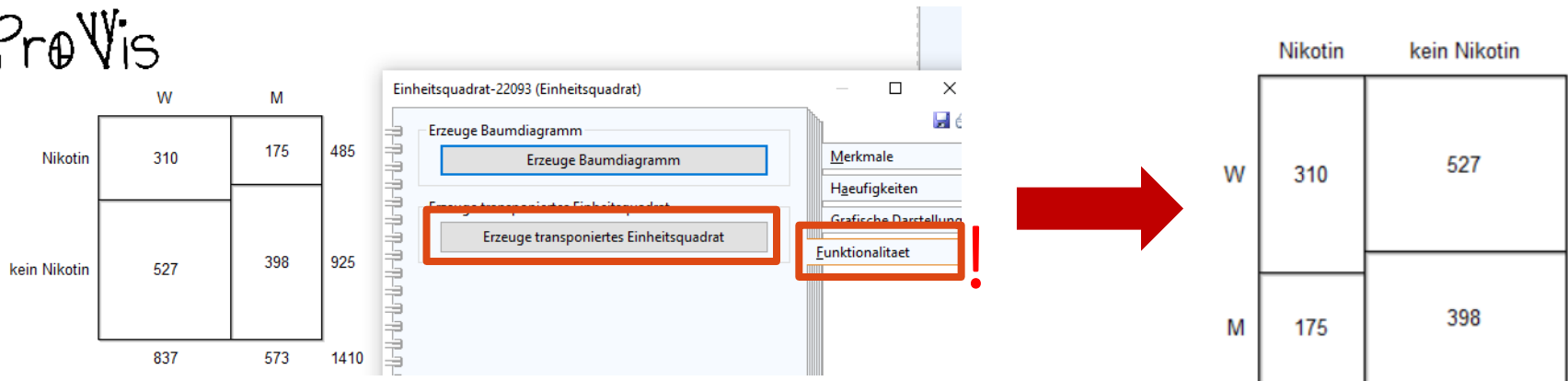
	W	M	
Nikotin	310	175	485
keinNikotin	527	398	925
	837	573	1410



Wechsel des führenden Merkmals im Einheitsquadrat

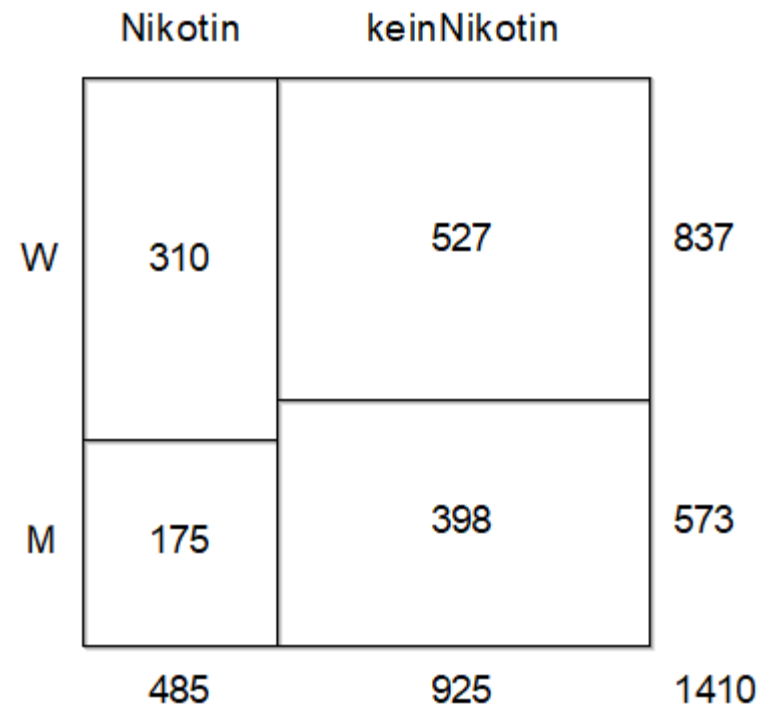
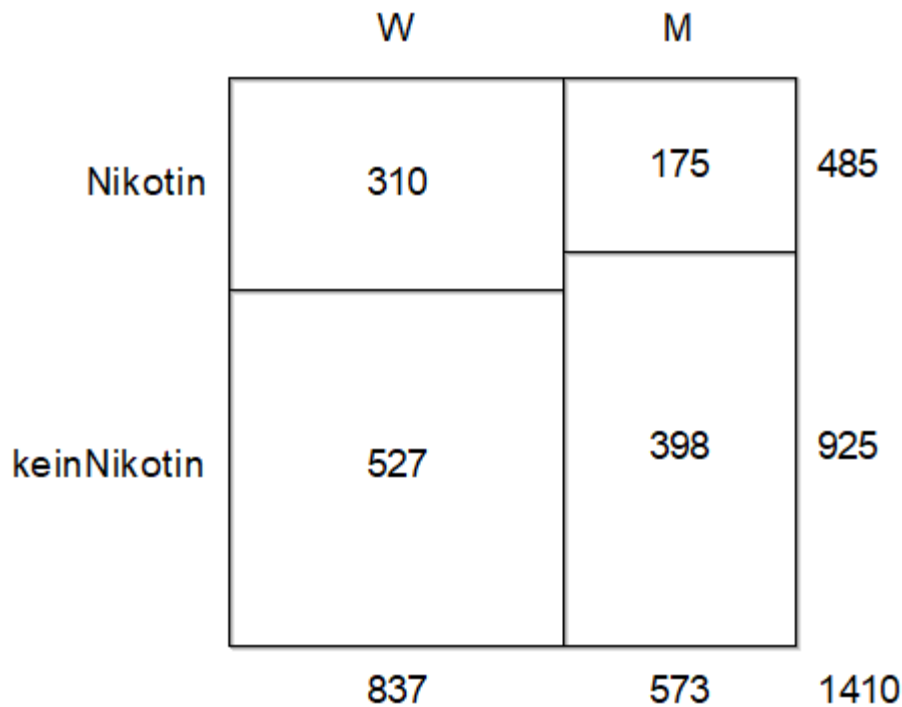
Im *transponierten Einheitsquadrat* wechseln die Merkmale die Rolle. Dadurch sind im Einheitsquadrat andere relative und bedingte Häufigkeiten ersichtlich. Im Tab „**Funktionalität**“ kann über den Button „**Erzeuge transponiertes Einheitsquadrat**“ das entsprechende Quadrat erstellt werden.

ProVis



Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

5) Stellen Sie das transponierte Einheitsquadrat dar!



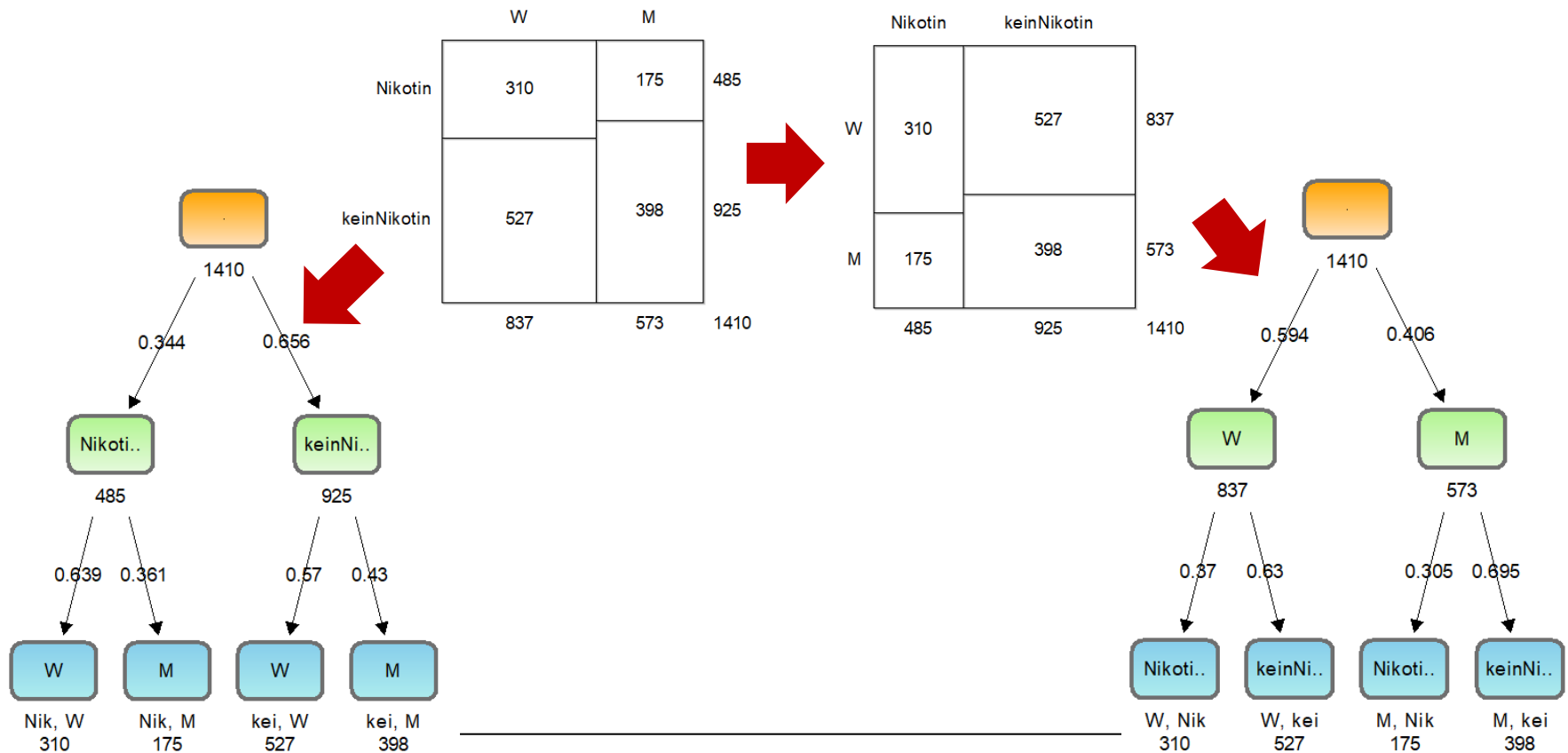
Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

- 6) Geben Sie die bedingte relative Häufigkeit der Burschen an unter jenen, die kein Nikotin konsumieren!

	Nikotin	keinNikotin	
W	310	527	837
M	175	398	$h(M ke) = 0.43$
	485	925	1410

Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

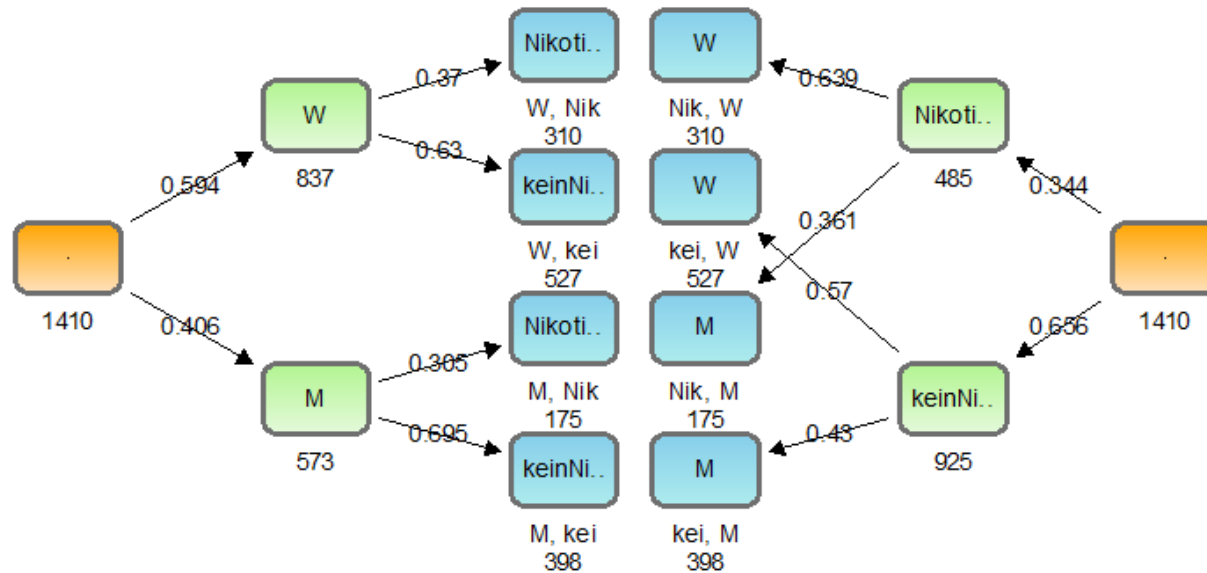
7) Leiten Sie aus dem **transponierten Einheitsquadrat** das **Baumdiagramm** ab!

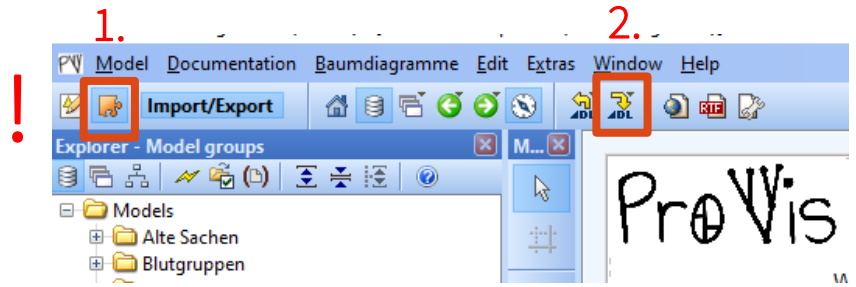


Mögliche Arbeitsaufträge für den Workshop mit ProVis

7) Leiten Sie aus dem **transponierten** Einheitsquadrat das **Baumdiagramm** ab!

Oder etwas anders angeordnet: Der Doppelbaum

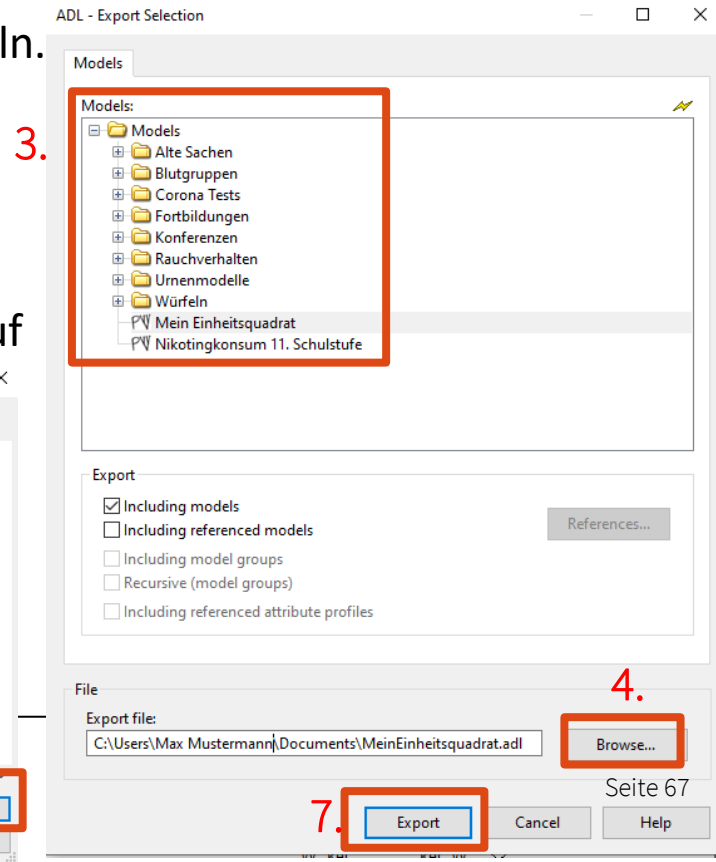
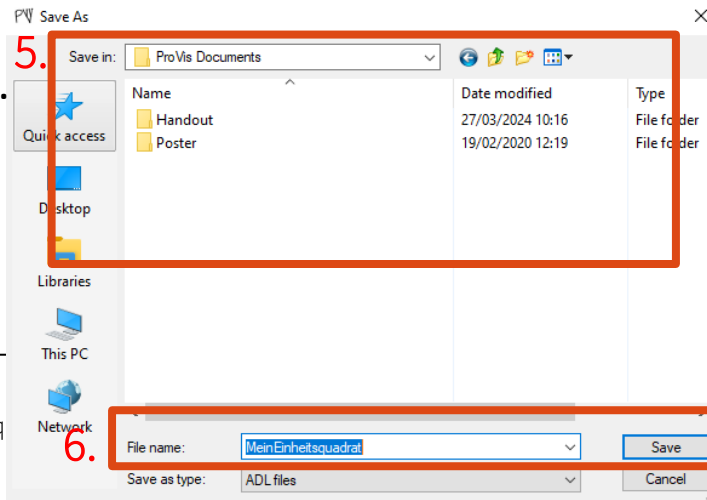




Import und Export von Modellen

Über die Komponente „Import/Export“ können Modelle im .adl Format aus ProVis exportiert, weitergegeben und importiert werden.

1. Für den Export in den *Import/Export* Modus wechseln.
2. Auf „ADL Export“ klicken.
3. Das zu exportierende Modell auswählen.
4. Den „Browse“ Button klicken.
5. Zum gewünschten Ort navigieren.
6. Den gewünschten Namen des Files eintragen und auf „Save“ klicken.
7. „Export“ klicken.

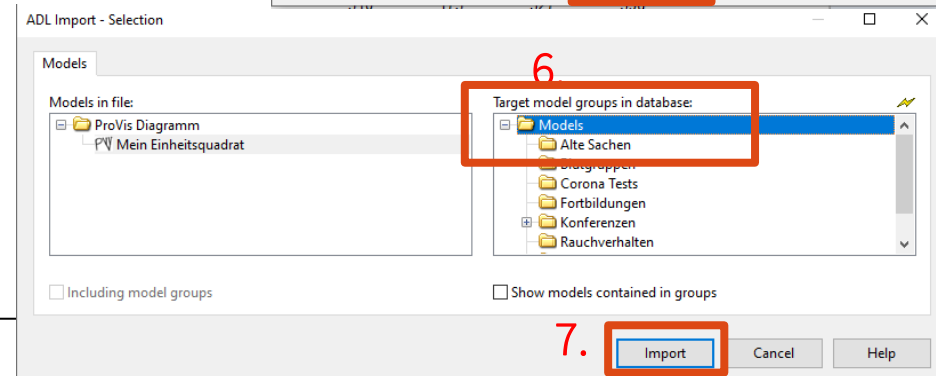
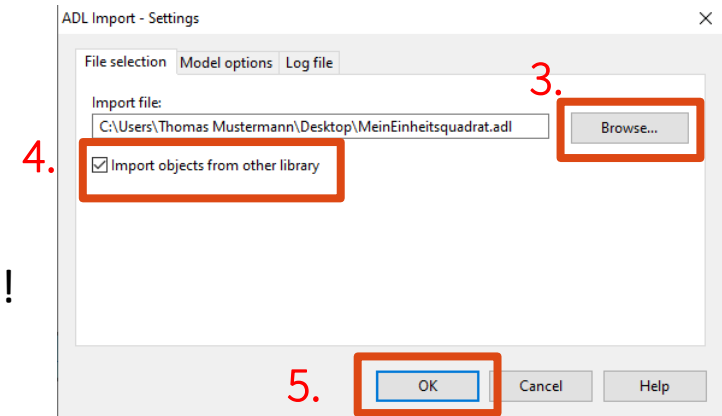




Import und Export von Modellen

Über die Komponente „Import/Export“ können Modelle im .adl Format aus ProVis exportiert, weitergegeben und importiert werden.

1. Für den Import in den *Import/Export* Modus wechseln.
2. Auf „ADL Import“ klicken.
3. Über den „Browse“ Button das zu importierende Modell auswählen. Vollständiger Pfad wird benötigt!
4. Die Checkbox „Import objects from other library“ auswählen.
5. „OK“ klicken
6. Den Ordner wählen, in den das Modell gespeichert werden soll.
7. „Import“ klicken.



Import und Export von Modellen

- Wichtig: Nach dem Import/Export wieder in den Modellierungsmodus umschalten! Dort können die Modelle weiter bearbeitet werden.

