

Horizontaler Transfer „Holz und Feuchtigkeit“

Hansruedi Kaiser

Mai 2013

Das Beispiel wurde durch Studierende in einem Kurs angedacht. Die kritischen Bemerkungen am Schluss sind nicht als Kritik an ihrer Arbeit zu verstehen. Setzt man sich zum ersten Mal für eine halbe Stunde mit dem Thema auseinander, ist nicht zu erwarten, dass jeder Versuch ein Volltreffer wird. Wichtiger als gleich ein perfektes Beispiel anzustreben ist es, sich mit der Grundidee vertraut zu machen und die Schwierigkeiten zu erleben, die sich zeigen, wenn man diese Grundidee umzusetzen versucht.

1 Realistische Berechnungssituation

Ein Boden soll mit Parkett belegt werden. Das verwendete Holz dehnt sich aus, wenn es feuchter wird. Dafür muss man Platz vorsehen, wenn man verhindern will, dass nach der Montage Probleme entstehen. Wie viel Platz ist vorzusehen?

In der Praxis bestehen dafür Erfahrungswerte. Beispielsweise haben die Fussleisten, die unten an der Wand montiert werden, gerade die Dicke, die es etwa braucht, um den notwendigen Spalt zwischen Parkett und Wand zu verdecken. Vermutlich wird es deshalb im Berufsalltag selten bis nie notwendig sein, die zu erwartende Ausdehnung tatsächlich exakt zu berechnen.

Ein realistisches Ziel dürfte es sein, dass die Lernenden eine Vorstellung davon erwerben, in welcher Grössenordnung sich die Veränderungen abspielen. Gut wäre auch, es würde ihnen dank dieses Wissens jeweils auffallen, wenn in einer bestimmten Situation die üblichen Erfahrungswerte vermutlich nicht genügen und deshalb präziser geplant werden muss.

2 Zielsituation

Die Holzfeuchte eines 50 cm breiten Eichenbretts beträgt aktuell 8%. Wie wird sich seine Breite verändern, wenn seine Holzfeuchte auf 12% ansteigt (beispielsweise weil im Raum ein Luftbefeuchter in Betrieb genommen wird)?

3 Ausgangssituation

Ein verheiratetes Paar hat letztes Jahr 61'500.- Fr. verdient und dafür 469.- Fr. Bundessteuern bezahlt. Dieses Jahr verdient es 65'300. – Fr. Wie viele Franken Bundessteuer bezahlt es jetzt?

Das Ausgangsbeispiel ist auf Grund folgender Angaben konstruiert

Bundessteuer verheiratet:

Einkommenskategorie (Fr.)	minimale Steuer für ein Einkommen entsprechend der unteren Grenze der Kategorie (Fr.)	zusätzlich pro 100 Fr. Einkommen über der unteren Grenze der Kategorie (Fr.)
30'800 bis 50'900	25.00	1.00
51'000 bis 58'400	228.00	2.00
58'500 bis 75'300	379.00	3.00

75'400 bis 90'300	887.00	4.00
-------------------	--------	------

4 Boundary Object

Eine Tabelle, in der sich nachschlagen lässt, welcher Prozentsatz zu welchem Absolutwert gehört und eine weitere Tabelle, in der sich verschiedene Fälle übersichtlich darstellen lassen. (Was damit gemeint ist, wird hoffentlich in den folgenden Beispielen klar).

5 Ausgangssituation darstellen

Schritt 1: Einkommenskategorie festlegen: verheiratetes Paar mit 61'500 Fr. Einkommen >> Verheiratet; 58'500 bis 75'300.

Bundessteuer verheiratet

Einkommenskategorie (Fr.)	zusätzlich pro 100 Fr. über Minimum (Fr.)
30'800 bis 50'900	1.00
51'000 bis 58'400	2.00
58'500 bis 75'300	3.00
75'400 bis 90'300	4.00

Bundessteuer alleinstehend

Einkommenskategorie (Fr.)	zusätzlich pro 100 Fr. über Minimum (Fr.)
17'800 bis 31'600	0.77
31'700 bis 41'400	0.88
41'500 bis 55'200	2.64
55'300 bis 72'500	2.97

Schritt 2: Daten zusammenstellen (die ersten fünf Spalten der ersten Zeile der Tabelle unten)

Schritt 3: Ausrechnen, wie viel das Einkommen über dem Minimum der Kategorie liegt (Spalte 6)

Schritt 4: Neue Zeile für den Fall „Einkommen gleich Minimum“; alle Spalten ausser der Steuer ergeben sich; Steuer berechnen

Schritt 5: Neue Zeile für das neue Einkommen; Zuerst Differenz zum Minimum und dann neue Steuer berechnen

Verheiratet/ unverheiratet	Einkommens- Kategorie	„zusätzlich“	Einkommen	Steuer	Einkommen über Minimum	Steuer über Minimum
Verheiratet	58'500 bis 75'300	3 Fr. / 100 Fr.	61'500.- Fr.	469.- Fr.	3'000.- Fr.	90.- Fr.
=	=	=	58'500.- Fr.	379.- Fr.	0.- Fr.	0.- Fr.
=	=	=	65'300.- Fr.	583.-	6'800.- Fr.	204.- Fr.

				Fr.		
=	=	=	60'000.- Fr.			
=	=	=	72'100. Fr.			

Ist die Tabelle einmal gestartet, lassen sich ohne weiteres die Steuern für weitere Einkommen innerhalb der Kategorie errechnen.

6 Zielsituation darstellen

Die relevante Tabelle sieht hier wie folgt aus. Die Angaben bedeuten, dass etwa bei Eichenbrettern dieses pro Prozentpunkt, um den die Holzfeuchte steigt, zwischen 0,16 % und 0,36% länger wird (je nachdem, wie das Brett aus dem Baumstamm herausgeschnitten wurde). Diese Veränderungen sind gedacht relativ zur Ausdehnung, die das Brett hätte, wenn es vollständig trocken wäre (Holzfeuchte 0%).

Holzart	Differenzielles Quellmass % Ausdehnungsänderung / % Holzfeuchte		
	radial	tangential	mittel
Ahorn	0,15	0,26	0,21
Birke	0,21	0,29	0,25
Buche	0,20	0,41	0,31
Eiche	0,16	0,36	0,26
Esche	0,21	0,38	0,30
Fertigparkett	0,03	0,03	0,03
Fichte	0,19	0,39	0,29
Kiefer	0,19	0,36	0,28
Lärche	0,14	0,30	0,22

Konkret

Holzart	Richtung	Quellmass (% Ausdehnung pro % Feuchte)	Holzfeuchte	Breite	Holzfeuchte über Minimum	Breite in Prozent der Breite eines Brettes mit Holzfeuchte 0%
Eiche	radial	0.16 % / %	8%	50.00 cm	8%	101.28%
=	=	=	0%	49.37 cm	0%	100.00%
=	=	=	12%	50.32 cm	12%	101.92%
=	=	=	10%	50.16 cm	10%	101.60%
=	=	=				

Die zweitletzte Spalte ist natürlich gleich der vierten Spalte und damit überflüssig. Sie ist hier nur, um die Parallelen zur Tabelle bei den Steuern sichtbar zu machen.

Mit Birke statt Eiche

Holzart	Richtung	Quellmass (% Ausdehnung pro % Feuchte)	Holzfeuchte	Breite	Holzfeuchte über Minimum	Breite in Prozent der Breite eines Brettes mit Holzfeuchte 0%
Birke	radial	0.21 %L / %F	8%	50.00 cm	8%	101.68%
=	=	=	0%	49.17 cm	0%	100.00%
=	=	=	12%	50.41 cm	12%	102.52%
=	=	=				

7 Anmerkungen

Das Beispiel ist aus verschiedenen Gründen ein äusserst anregendes Beispiel. In der Gruppendiskussion wurde ja die Ausgangssituation von einer Person mit kaufmännischem Hintergrund vorgeschlagen, welche die Situation „Steuern berechnen“ gut kennt. Und offenbar war es in der Gruppe im Gespräch zwischen dem Holzfachmann und der Steuerspezialistin auch möglich, sich darauf zu verständigen, dass tatsächlich eine Ähnlichkeit besteht.

7.1 Bekanntheit der Ausgangssituation

Bei der Vorstellung im Plenum zeigte sich dann aber, dass ein Problem bei diesem Beispiel darin besteht, dass die Ausgangssituation vermutlich den wenigsten wirklich vertraut ist. Sie erfüllt also die Grundvoraussetzung für eine Ausgangssituation nicht wirklich. Das Beispiel dürfte deshalb also kaum funktionieren – ausser bei Personen aus dem kaufmännischen Bereich, welche ins Holzfach wechseln möchten! Für alle anderen ist es vermutlich einfacher, die Zielsituation direkt anzupacken und zuerst die Ausgangssituation einzuführen.

Denkbar wäre, dass für Holzfachleute, die eine kaufmännische Weiterbildung machen, der Transfer in die andere Richtung funktioniert.

7.2 Ähnlichkeit der beiden Situationen

Die beiden Situationen sind sich in verschiedenen Punkten ähnlich:

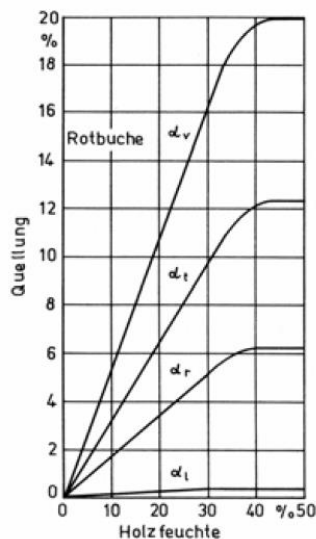
	Steuern	Holz
Kategorien, die unterschiedlich behandelt werden müssen	Einkommenskategorie nach Zivilstand und Einkommenshöhe	Holzart und Ausdehnungsrichtung
„Ausdehnungskoeffizienten“	Wie viele Franken steigt die Steuer wenn das Einkommen um 100 Fr. steigt?	Wie viel % wird das Holz breiter/länger wenn die Holzfeuchte um 1% steigt?
Minimaler Wert	Steuer beim minimalen Einkommen innerhalb der Kategorie	Minimale Länge/Breite bei Holzfeuchte 0%

Es gibt aber auch Unterschiede, welche die Nützlichkeit der Ausgangssituation für einen horizontalen Transfer weiter einschränken (und welche mir bei Ausarbeiten des Beispiels ganz schön Kopfzerbrechen bereitet haben).

- **Prozentuale und absolute Angaben:** Der „Ausdehnungskoeffizient“ in der Steuersituation ist absolut angegeben. Pro 100 Franken mehr Einkommen fallen beispielsweise 3 Franken mehr Steuern an. Verdienste ich 100 Franken mehr, bezahle ich 3 Franken mehr Steuern (sofern ich nicht die Kategorie wechsele). Punkt. Mehr gibt es da nicht zu rechnen. Schritt 4 im Ablauf oben ist also in der Steuersituation überflüssig.

Anschaulich gesprochen liegt das daran, dass in der Steuersituation alle „Bretter“ einer Kategorie bei „minimaler Feuchtigkeit“ gleich „lang“ sind. In der Holzsituation ist dies nicht der Fall, so dass der „Ausdehnungskoeffizient“ nicht absolut sondern nur relativ angegeben werden kann. (Es wäre natürlich auch möglich, den „Ausdehnungskoeffizient“ in der Steuersituation relativ anzugeben. Die 3 Franken sind beispielsweise 0.79% des minimalen Steuerbetrags der Kategorie, d.h. pro 100 Franken Einkommensanstieg wächst der Steuerbetrag um 0.79% des minimalen Steuerbetrags.)

- **Minimale „Länge“:** Da in der Steuersituation alle „Bretter“ eine Kategorie bei „minimaler Feuchtigkeit“ gleich „lang“ sind, kann man diese Länge ohne weiteres angeben. In den Tabellen der Steuerverwaltung ist der minimale Steuerbetrag für jede Kategorie auch explizit angegeben, wie in der Tabelle in Abschnitt 3 oben. Ich habe diese Information in Abschnitt 5 nur deshalb weggelassen, um eine bessere Analogie zwischen den beiden Situationen zu erreichen. Die Berechnung in Schritt 4 ist also in der Steuersituation überflüssig, auch wenn man diesen Schritt macht. Der Wert kann nachgeschlagen werden.
- **Kategorienwechsel:** In der Steuersituation kann es geschehen, dass man die Kategorie wechselt, wenn das Einkommen steigt. Das ist in der Holzsituation nicht möglich. Egal wie feucht das Eichenbrett wird, es bleibt ein Eichenbrett. Bei einem solchen Kategorienwechsel in der Steuersituation funktioniert das Vorgehen in Abschnitt 5 nicht. (Wenn man es genau nimmt, ist allerdings auch in der Holzsituation ein vergleichbarer Kategorienwechsel möglich. Wie die Graphik unten zeigt, ist der Anstieg der Länge nur etwa bis 30% Holzfeuchte gleichmässig. Darüber ändern sich die Verhältnisse und man gelangt immer wieder in neue Kategorien mit neuen Koeffizienten. Beispielsweise ist oberhalb von etwa 45% Holzfeuchte der Anstieg 0 %/%. Aber offenbar spielt das im praktischen Alltag keine Rolle, da dort die Holzfeuchte immer unter 30% liegt.)



7.3 Zusammenfassend

- Als horizontaler Transfer für Lernende, die mit einem vertikalen Transfer Mühe hätten, funktioniert das Beispiel vermutlich nicht. Einerseits dürfte die Ausgangssituation zu wenig vertraut sein und andererseits gibt es im Detail einige zentrale Unterschiede zwischen den Situationen.
- Für gewisse spezielle Zielgruppen könnte das Beispiel aber durchaus funktionieren. Am realistischen ist wohl die Variante mit erfahrenen Holzfachleuten, die sich im Rahmen einer Weiterbildung mit Steuerfragen befassen. Hier wären Ausgangssituation und Zielsituation vertauscht.
- Für Personen, denen „vertikale“ Ausflüge auf eine gewisse Abstraktionshöhe zugänglich sind, kann der Vergleich zwischen den Situationen anregend sein. Warum wird der „Veränderungskoeffizient“ in der Steuersituation absolut und in der Holzsituation relativ angegeben? Gibt es beim Holz ein ähnliches Phänomen des „Kategorienwechsels durch Ausdehnung“ wie bei den Steuern?
- Nützliche Analogien zwischen zwei Situationen beschränken sich immer auf bestimmte Punkte. Es wird immer andere Punkte geben, in denen man Unterschiede feststellt. Ob Lernende mit einer bestimmten Analogie arbeiten können, hängt deshalb auch immer davon ab, ob sie von diesen Punkten abstrahieren können. Ich hatte in diesem Fall Mühe damit und brauchte daher einige Zeit, bis ich die Parallelen darstellen konnte.