Aufgabe 1

Messen bildet die kritischen Eigenschaften eines Objektes auf eine reproduzierbare, „greifbare“ Größe ab, um sie so einordnen zu können. Dies ist notwendig, um Vergleiche und Analysen durchführen zu können, die eventuelle Schwachstellen oder Abnormalitäten aufdecken.

Aufgabe 2

Eine *Ordinalskala* ist dann gegeben, wenn Reflexivität, Vergleichbarkeit und Transitivität erfüllt sind:

Axiom	Reflexivität	Vergleichbarkeit	Transitivität
Formel	$x \bullet\geq x$	$x \bullet\geq y \vee$ $x \bullet\geq y$	$x \bullet\geq y \wedge$ $y \bullet\geq z$ $\Rightarrow x \bullet\geq z$
Balkendiagramm	x x	x y oder x y	x y und y z dann x z
Erläuterung	Jeder Wert ist mit sich selbst vergleichbar.	Jeder Wert ist mit jedem anderen Wert vergleichbar.	Kann man ein-und-dieselbe Relation der Reihe nach auf mehrere Werte anwenden, so gilt die Relation auch für den ersten Wert in Verbindung mit dem letzten Wert.

Eine *Rationalskala* ist eine Ordinalskala, für die noch Assoziativität, Monotonie und das Archimedische Axiom zutreffen:

Axiom	Assoziativität	Monotonie	Archimedisches Axiom
Formel	$x \circ (y \circ z)$ $\Rightarrow (x \circ y) \circ z$	$x \bullet\geq y$ $\Rightarrow x \circ z \bullet\geq y \circ z$	$c \bullet\geq d$ $\Rightarrow \exists n: x^\circ nc \bullet\geq y^\circ nd$
Balkendiagramm	x y z x y z	x y dann x z y z	c d dann
Erläuterung	Die Reihenfolge der Verknüpfung spielt keine Rolle.	Verknüpfungen ändern die Relation nicht.	Egal wie groß ein Basis-Wert x bzw. y ist, wenn man nur oft genug einen anderen Wert c bzw. d damit verknüpft, dann wird irgendwann die Relation $c \bullet\geq d$ entstehen.

Aufgabe 3

Hausnummern stellen eine Ordinalskala dar, sie sind reflexiv, vergleichbar und transitiv. Da ihnen aber die Assoziativität fehlt, d.h. man nicht Hausnummern verknüpfen kann, um dann die Lage eines anderen Hauses zu ermitteln, sind sie keine Rationalskala. Ihr Bildbereich sind die natürlichen Zahlen, eventuell können noch Buchstaben zur genaueren Unterteilung (Stahnsdorfer Str. 140c) benutzt werden. Als Bildungsvorschrift wird die relative Position des Hauses gewählt (dabei gibt es aber viele Varianten).

Das *Verhältnis der Gesichtsbreite zur Gesichtshöhe verschiedener Menschen* erfüllt alle Bedingungen einer Ordinalskala. Abhängig vom Verknüpfungsoperator kann man sogar von einer Rationalskala sprechen. Der Bildbereich setzt sich aus des rationalen Zahlen zusammen, die Bildungsvorschrift entspringt der Division von Breite und Höhe des Gesichtes.

Die *Meereshöhe verschiedener Orte* ist eine Rationalskala, obwohl es mir schwer fällt, einen Verknüpfungsoperator ausfindig zu machen. Der Bildbereich sind die reellen Zahlen, meist beschränkt man sich sogar auf die ganzen Zahlen. Die Bildungsvorschrift kommt durch die entsprechenden Messverfahren zustande, wobei ich leider aufgrund mangelnder Spezialkenntnisse hier keine Techniken oder Instrumente angeben kann.

Die *minütlichen Kosten der 0190-Mehrwertdienste in Abhängigkeit der ersten Ziffer* sind nicht einmal eine Ordinalskala. Sie entstehen durch Ablesen aus einer Tabelle (Bildungsvorschrift), leider geht dabei die Transitivität verloren, da eine größere Nummer nicht unbedingt auch einem höheren Preis entspricht. Den Bildbereich ermittelt man durch Verwendung der zugelassenen Zahlungsmittel, meist Euro. Im Sinne des Jugendschutzes bitte ich den Leser, dass er von einem Praxistest absieht und meinen Aussagen bedingungslos vertraut, da ich mich bereits dafür aufgeopfert habe, diese Fakten in schwerer Fernseharbeit in Erfahrung zu bringen.

Die *Blutdrücke von Studenten bei Beginn einer Klausur* sind als Intervallskala interpretierbar, da die Überschreitung gewisser Grenzen zu schlechten Noten oder (noch schlimmer) zum Tod führt. Mir ist momentan der Bildbereich nicht bekannt, ich weiss nur, dass es sich um eine Kraft pro Fläche handelt, wobei auch zwei Werte gemessen werden. Die Abbildungsvorschrift übernimmt ein entsprechendes Blutdruckmessgerät.

Die *Zahl der Enten auf einem Teich* ist eine Absolutskala, die durch Zählen im Bereich der natürlichen Zahlen entsteht.

Das *Gewicht von Marsmenschen auf Planetentour* halte ich für derart irrelevant, dass ich mich weigere, die Aufgabe an dieser Stelle noch weiter zu bearbeiten.

Aufgabe 4

Gemessen wird stets der Iststand, wobei man die Kosten, die Zeit oder den Aufwand feststellen kann. Interessant ist ferner die Qualität, d.h. die Anzahl der Fehler pro Produkt und den notwendigen Aufwand zur Behebung der Ursache bzw. zur Reparatur des Fehlers.

Aufgabe 5

McCabes zyklomatische Zahl beschreibt die maximale Anzahl abhängiger Zyklen in einem Modul und entspricht damit der Mindesttestfall-Anzahl. Da sie aber sehr statisch orientiert ist, kann man sie nur schwer auf objektorientierte Systeme anwenden.

Aufgabe 6

P ist ein Produktmaß, da sich die für die Ermittlung notwendigen Daten unmittelbar aus dem Code ableiten lassen. Alle Eigenschaften einer Ordinalskala sind erfüllt (Reflexivität, Vergleichbarkeit und Transitivität). Um das Messergebnis zu vergrößern, muss man entweder eine Zeile mit einem atomaren Prädikat hinzufügen oder in einer bereits vorhandenen Zeile ein neues atomares Prädikat definieren. Die textuelle Verkettung zweier Module ist assoziativ, monoton und erfüllt auch das Archimedische Axiom, so dass P sogar eine Rationalskala für diese Operation darstellt.

Aufgabe 7

P_1 ist erneut ein Produktmaß, die Begründung ist die gleiche wie in Aufgabe 6. Ebenso handelt es sich erneut um eine Ordinalskala, da sich aber die Monotonie *nicht* zeigen lässt, bleibt es auch dabei und die Qualifikation zur Rationalskala wird vorzeitig beendet (Herleitung siehe Aufgabe 8). Die Folge ist, dass sich die Werte P_1 verschiedene Module zwar vergleichen lassen, eine additive Verknüpfung (oder eine andere Berechnung) aber ausscheidet.

Aufgabe 8

Für den angegebenen Code sind folgende *c-uses*, *p-uses* bzw. *defs* ermittelbar:

Code	Datenflüsse
`y := x+1`	c-use(x), def(y)
`y := y`^{2}	c-use(y), def(y)
`z := y-1`	c-use(y), def(z)

Die nur hellgrau geschriebenen Datenflüsse scheiden aufgrund der Definition des Maßes aus. Somit ergeben sich 2 *c-uses* und 2 *defs*, was zu einem Messwert von 2+2 = 4 führt.

Aktion	Änderung des Maßes	Relation
Datenzugriff auf eine neue Variable	+ 1	•>
vorhandener Datenzugriff auf eine vorhandene Variable	± 0	•=
neuer Datenzugriff auf eine vorhandene Variable	+ 1	•>

Alle verwendeten Relationen lassen sich durch •≥ überdecken, was dann die empirische Relation ist, mit deren Hilfe sich das Maß M_d als Ordinalskala darstellen lässt.

Wenn man ein Modul mit sich selbst textuell verkettet, dann ändern sich M_d nicht, wodurch nicht immer das Archimedische Axiom erfüllt wird. Somit stellt M_d keine Rationalskala dar.

Die Monotoniebedingung sagt aus, dass eine Verkettung zweier Werte mit einem dritten Wert die Relation der ersten beiden Werte zueinander nicht verändert. Für den Code bedeutet dies, dass ich zu zwei Modulen den gleichen Code hinzufügen kann (z.B. durch Einbinden derselben Bibliotheken), die Maße M_d beider Module aber immer noch in einem unveränderten Verhältnis zueinander stehen. Dass dies aber nicht immer so ist, zeigt dieser Beweis:

$$M_1 = \frac{a_1}{b_1}$$

$$M_2 = \frac{a_2}{b_2}$$

$$M_{1\bullet 2} = \frac{a_1 + a_2}{b_1 + b_2}$$

$$M_1 \bullet M_2 = \frac{a_1}{b_1} + \frac{a_2}{b_2}$$

Ich gehe jetzt davon aus, dass man ein Modul mit sich selbst verkettet kann (ob das programmiertechnisch überhaupt Sinn macht sei mal dahingestellt):

$$a_1 = a_2$$

$$b_1 = b_2$$

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2}$$

$$M_{1\bullet 2} = \frac{a_1 + a_2}{b_1 + b_2} = \frac{2a_1}{2b_1} = \frac{a_1}{b_1}$$

$$M_1 \bullet M_2 = \frac{a_1}{b_1} + \frac{a_2}{b_2} = \frac{a_1}{b_1} + \frac{a_1}{b_1} = 2 \cdot \frac{a_1}{b_1}$$

$$\frac{a_1}{b_1} \neq 2 \cdot \frac{a_1}{b_1} \quad \textit{für } a \neq 0$$

$$M_{1\bullet 2} \neq M_1 \bullet M_2$$