

- »Typography exists to honor content.« (Robert Bringhurst)
- »Typografie ist keine Kunst. Typografie ist keine Wissenschaft. Typografie ist Handwerk.« (Hans Peter Willberg)
- »Typografie, das ist die Inszenierung einer Mitteilung in der Fläche, so die kürzeste Definition, die ich kenne.« (Erik Spiekermann)
- Zusammenfassung von Robert Bringhurst:
 - »[...] typography should perform these services for the reader:
 - ▶ invite the reader into the text;
 - ▶ reveal the tenor and the meaning of the text;
 - ▶ clarify the structure and the order of the text;
 - ▶ link the text with other existing elements;
 - ▶ induce a state of energetic repose, which is the ideal condition for reading.«

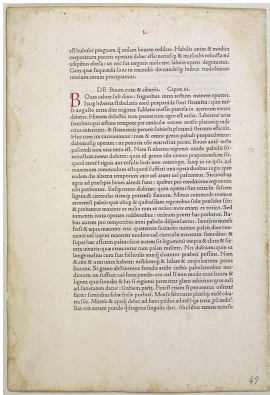
- Die Typografie wird häufig als ein Regelwerk missverstanden, das einheitlich für alle Fälle Regeln vorgibt.
- Die Lesetypografie stellt den Leser und bestimmte Lesarten in den Vordergrund, um daraus geeignete typografische Richtlinien abzuleiten.
- Auch für wissenschaftliche Werke gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Lesarten und Leser.
- »Read the text before designing it.« (Robert Bringhurst)
- Als Grundlage dienen insbesondere folgende Werke:
 - ▶ Hans Peter Willberg und Friedrich Forssman, *Lesetypografie*, ISBN 3-87439-652-5
 - ▶ Robert Bringhurst, *The Elements of Typographic Style*, ISBN 0-88179-132-6

- Die Detailtypografie liefert das Regelwerk, das aus den jahrhunderte-alten Erfahrungen des Satzsetzes entstanden ist.
- Jedoch greift in vielen Fällen das Regelwerk erst, wenn zuvor eine Konzeption aus der Lesetypografie heraus entwickelt worden ist.
- Auch typografische Regelwerke haben keinen Absolutheitsanspruch. Es kann durchaus im Ausnahmefall sinnvoll sein, gängige typografische Regeln zu brechen. Allerdings sollte das dann eine bewusst gefällte und abgewogene Entscheidung sein.
- Robert Bringhurst: »By all means break the rules, and break them beautifully, deliberately and well.«
- Als Grundlage dient u.a. folgendes Werk: Friedrich Forssman und Ralf de Jong, *Detailtypografie*, ISBN 3-87439-642-8

- Die folgende Einführung wählt einen Ansatz, bei dem ausgehend von ausgewählten Lese-Arten die zugehörige Typografie entwickelt wird.
- Dabei werden wir uns ausgehend von den Zielsetzungen Schritt für Schritt den Details nähern.

- Das *lineare Lesen* ist die klassische Art des Lesens, bei der ein Buch von vorne bis hinten sequentiell durchgelesen wird.
- Die Teile bauen Schritt für Schritt aufeinander auf. Es ist nicht vorgesehen, dass der Text überflogen oder selektiv gelesen wird.
- Der Leser soll sich voll und ganz auf den Text konzentrieren können. Dabei sollte er nicht abgelenkt werden.
- Ziel ist maximaler Lesekomfort.

- Die Augen gleiten nicht gleichmäßig über den Text hinweg.
- Stattdessen gibt es abwechselnd **Augenbewegungen** und **Fixationspausen**.
- Während einer Fixationspause kann das Auge etwa 8 bis 12 Buchstaben scharf sehen.
- Entsprechend werden nicht einzelne Buchstaben entziffert, sondern ganze Wortgebilde auf einmal erkannt.
- Nach einer Fixationspause bewegen sich die Augen weiter. Da in der Bewegungsphase die Augen nicht scharf sehen, benötigen sie genügend Orientierung (insbesondere durch Zwischenräume), so dass sie sich leicht neu positionieren können.
- Die Fixationspausen machen 93 bis 95 Prozent der Lesezeit aus.
- (Die Angaben wurden einem Artikel von Norbert Küpper entnommen: *Lesen heißt arbeiten – Das Leserverhalten wissenschaftlich betrachtet.*)



- Nebenstehender Druck entstammt dem Werk *Scriptores rei rusticae*, das 1472 in Venedig von Nicolaus Jenson gedruckt worden ist.
- Nicolaus Jenson (1420–1480) war ein französischer Typograf, Schüler von Johannes Gutenberg, der ab 1470 Bücher in Venedig druckte.
- Verwendet wurde ein von Jenson selbst 1470 entwickelter Antiqua-Schriftschnitt.
- Der Text beschreibt das Landleben und stammt von mehreren römischen Autoren aus dem 2. vorchristlichen bis zum 1. nachchristlichen Jahrhundert.

Die von Nicolaus Jenson verwendete Typografie ist zeitlos und befindet sich in Übereinstimmung mit typografischen Regeln, die bis heute für lineares Lesen gelten:

- ▶ Unaufdringlicher Schriftschnitt.
- ▶ Enger Blocksatz ohne negativ auffallende Hohlräume.
- ▶ Etwa 60 bis 70 Zeichen pro Zeile und 30 bis 40 Zeilen pro Seite.
- ▶ Absätze und Kapitel sind klar, jedoch nicht übertrieben getrennt.

that the late wits of men haue contri-
 uid, inuentid, and throuhli furnisshid?
 So that the fine industrie and sharp
 wittines of men in those latter daies
 in al maner of knowledge, & experiē-
 ces, haue so far and earnestli trauelid,
 and cache his science so renuid, & pul-
 lisshid, that the excellēt effects and in-
 uentions, of thes feu yeares, mai be
 cōparid, and estemid equiualent with
 the inuētions of mani hundrith yeas-
 res before. Examples hereof be so ma-
 ni & plentiful, that were it to mi pre-
 sent purpose, y mought therewith
 furnishe furth a greate uolume. But
 as there be diuers, whome the sight
 and fruition of faire fruitcs do muche
 delight and reioice, so be there wel
 few, whome the care to set, or chea-
 reshe the plāts wherfro suche fruits
 mought be lookid for, doith eni thing
 touche. wherebi it cummith to pass,
 that mani of whome outhewise mo-
 ught

ught be hoopid greate abouandance
 of excellēt fruits and uertuous inuen-
 tions, eather for lack of sufficient suc-
 kor, as the ueri humor of there tree,
 thei can not encrease, ne til due season
 nourishe there fruit, but are constrai-
 gnid to suffer them perishe in the
 blossome, or if there good aduenture
 be, to attaigne unto the perfection of
 fruit, the same, with the blasts of en-
 uie is so windshaken, that the tree of
 his fruit litil praise & les profset en-
 ioieth. That foule vice of ingratitu-
 de, right mani apt & hable witts, from
 the atcheauing & entreprise of mani
 wurthie matters, doith daili, no doute,
 withold & greateli discourag, hauing
 ouer muche regard & respect, to-
 wards the uilite of that comon raigning
 deuillishe vice. But in there so doing,
 as peraduenture thei mai be commē-
 did for wise, circumspect, & maintai-
 gnars of thereoune tranquillite and
 quiete

- Dieses Werk wurde der damaligen typischen englischen Typografie angepasst, allerdings unter Verwendung einer Antiqua-Schrift, während in London um diese Zeit erschienene Werke üblicherweise in Fraktur gesetzt waren.
- Aufgrund des kleineren Buchformats beschränkt sich ein Textblock auf 23 Zeilen von etwa 30 Zeichen.
- Die kürzere Zeilenlänge führt zu einer höheren Zahl von notwendig werdenden Trennungen.
- Um die seitenübergreifenden Trennungen in ihrer unterbrechenden Wirkung zu begrenzen, war es in der damaligen englischen Typografie üblich, die erste Silbe der folgenden Seite am unteren Rand der vorangehenden Seite in abgesetzter Position zu wiederholen.

re, welcher sich die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienten, waren von einer unbequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Anzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen,

matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernröhre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser endlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maasstab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olof Römer*, ein Däne, fand in der Verfinsternung der *Jupiters* Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der *Jupiters* Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde vom *Jupiter* entfernte: wogegen der Eintritt früher erfolgte, je mehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. *Römer* schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des *Jupiters* von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht brauche, um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40,000 Meilen zurücklegt; es gelangt daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom *Syrius* 31 Jahr,

re, welcher sich die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienten, waren von einer unbequemen, und übertrübener Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füssigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen,

- Nebenstehender Text ist einem Mitschrieb einer Vorlesung *Über das Universum* von Alexander von Humboldt aus den Jahren 1827/1828 an der Berliner Singakademie entnommen. Er ist über das Gutenberg-Projekt frei verfügbar und wurde von mir mit \LaTeX frisch gesetzt.
- Als Schriftschnitt wurde Garamond gewählt (aus der Kollektion der frei verfügbaren Type-1-Schriftschnitte von URW++ Design und Development GmbH, Hamburg, die von Walter Schmidt für \TeX angepaßt worden sind).
- Die Schrift wurde in 11 Punkt gesetzt. Das Textfeld wurde so dimensioniert, dass im Blocksatz 35 Zeilen mit jeweils etwa 65 Buchstaben stehen.

re, welcher sich die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienten, waren von einer unbequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füssigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermesslichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen,

- Typografen bezeichnen mit der *Farbe* den Grauwert des gesetzten Textes.
- Es geht also nicht um die verwendete Druckfarbe, sondern um die Dichte des gesetzten Textes.
- Die Farbe sollte für lineares Lesen möglichst gleichmäßig und ohne Flecken sein. Andernfalls würde das den Leser ablenken.
- Die Farbe eines gesetzten Textes hängt ab von
 - ▶ dem ausgewählten Schriftschnitt,
 - ▶ dem Abstand zwischen den Buchstaben,
 - ▶ dem Abstand zwischen den Worten und
 - ▶ dem Abstand zwischen den Zeilen.

Lineares Lesen: Times Roman an Stelle von Garamond

248

bequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV⁶⁰⁰* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternereicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50.000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100.000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermesslichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von

der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernrohre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser endlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maasstab dazu; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olof Römer*, ein Däne, fand in der Verfinsternung der *Jupiters* Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der *Jupiters* Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde vom *Jupiter* entfernte: wogegen der Eintritt früher erfolgte, je mehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. *Römer* schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des *Jupiters* von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht brauche, um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40.000 Meilen zurücklegt; es gelangt daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom *Syrius* 31 Jahr, und vom entferntesten Nebelfleck mindestens 94.000 Jahr. Dies giebt eine Entfernung von 33.000 Billionen Meilen. Es folgt daraus, daß das Weltgebäude ein Alter von wenig-

Lineares Lesen: Times Roman an Stelle von Garamond 249

- Times Roman wurde für die enge mehrspaltige Zeitungstypografie entworfen.
- Im Buchformat mit breiteren Zeilen fallen zwei Dinge auf:
 - ▶ Da die Zeichen von Times Roman schmaler sind, erhöht sich die Zahl der Zeichen pro Zeile.
 - ▶ Die kleineren Buchstabenbreiten, die höheren Mittellängen und die kurzen kräftigen Serifen von Times Roman, die Halt im engen Spaltensatz geben, stiften im größeren Format etwas mehr Unruhe.
- Die Auswirkung ist noch fataler, wenn bei Abschlussarbeiten und Dissertationen DIN A4 sorglos mit über 80 Zeichen pro Zeile gefüllt wird.

Anders dieser Lichtmassen am Himmel, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, liegen sich von der Milchstraße in einzelne helle Punkte auf, die aber wahrscheinlich nur näher zusammenstehende Systeme von Sonnen, weissen Milchstrahlen sind, die wenigstens im 10ten Durchseeren aus uns entfernt sind – *Herschel* hat diese entfernten Milchstrahlen am ganzen Himmel aufgesucht, und es sind davon bereits über 3000 entdeckt worden.

Die aufgeklisterten alten Philosophen vermutheten schon, daß das sie erlöschende, unbewegliche Licht der Milchstraße von unzähligen Sternen entstehen müsse, wegen der großen Entfernung einander so nahe scheinen, daß ihr Licht zusammenfließt, und wir sie nicht unterscheiden können. Die Neuteren zweifelten nicht an der Richtigkeit dieser Erklärung, obgleich sie selbst durch die stärksten Fernrohre nicht mehr einzelne Sterne entdecken, als an andern Stellen des Himmels.

Die Fernrohre, welcher sich die Astronomen im 17ten Jahrhundert bedienten, waren von einer unbedeutenden, und übertriehen Länge. Auf Befehl *Laubst* XV^{ten} wurde von *Comptin* in *Bohlogne* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aus zwei Mangel einer schädlichen Vorrichtung nicht gebracht werden konnte. *Herschel* gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 fältigen Telescop, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen, auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternerreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bemerkt sich *Herschel* des genauesten Feltes seines Telescop als Maß. Er fand im Durchsicht, daß ein Raum der Milchstraße von 2^{ter} Breite, und 15^{ter} Länge nicht weniger als 50.000 Sterne enthält, die noch groß genug waren, um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100.000 die wegen ihrer schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchsicht eine Breite von wenigstens 12^{ter} hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360^{er} erstreckt, so würde also wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einzigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermesslichkeit auch nur desjenigen Theils des

Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verstreut liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter aus uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren würden, als wenn sie tausendmal würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke eingeschrumpft, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchseeren desselben entfernt wäre, so würde sie uns unter einem Winkel von 60^{er} erscheinen, nicht viel größer als das Gesicht des großen Bären, in einer Entfernung von 10 Durchseeren, würde sie nur unter einem Winkel von 2^{ter} 25^{ten} Min. anfangs so groß wie das Siebentopfen, und auf 100 Durchseeren unter einem Winkel von 17^{ten} Min. kleiner als der behaute Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernrohre als ein Wölchchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, sich *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser unendlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maassstab dazu dar, am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olfert Romer*, ein Däne, fand in der Verlöserung der *Jupiter* Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Veranlassungen der *Jupiter* Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde von *Jupiter* entfernte: wegen der *Ernnt* früher erfolgte, je mehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. *Romer* schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des *Jupiter* von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht braucht um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40.000 Meilen zurücklegt; es gelang daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom *Sirius* 31 Jahr, um ein entferntenes Nebelfleckchen aus 90.000 Jahr. Dies gibt eine Entfernung von 33.000

Millionen Meilen. Es folgt daraus, daß das Weltgebäude ein Alter von wenigstens 24.000 Jahr hat, weil das Licht was wir heute sehen, schon vor so langer Zeit von dort ausgesogen ist. Schwindel erregend! gleich der Betrachtung, daß die zitterndsten Revolutionen jene leuchtenden Gestirne längst vernichtet haben können, welche mit solcher Klarheit unser Nichts erfüllen, und doch vielfeicht Generationen vergehen, ehe nur die Kunde davon zu uns gelangt.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung am Himmel sind die veränderlichen Sterne, deren Licht entweder in beständigen Perioden ab und zunimmt, oder die nachdem sie einmal erschienen sind, auf immer verschwinden. Manche Sterne sind am Himmel verloren gegangen, manche nicht mehr, wo man sonst keine bemerkte. – Durch die Erscheinung eines neuen Sterns ward *Hyparch*, 125 Jahr vor Chr. Geh. zur Verfertigung eines Verzeichnisses der Fixsterne bewogen. Einer ähnlichen Erscheinung verdanken wir das von *Tycho* gemachte Verzeichniß der Sterne. Der von *Tycho* beobachtete Stern erschien 1572 plötzlich mit einem Glanz der den des *Jupiter* und *Sirius* übertraf; so daß der Stern sogar am Tage sichtbar war. Einen Monat nachher nahm sein Glanz allmählig ab, bis zum März 1574, da er ganz verschwunden.

Neutere Astronomen haben eine Menge Sterne beobachtet, die in beständigen Perioden eine Ab und Zunahme des Lichtes leiden, und sogar ganz verschwinden. Diese Perioden sind sehr verschieden, von einigen Tagen, bis zu mehreren Jahren. – Den Grund dieser Erscheinung hat man wahrscheinlich, theils in physischen Veränderungen, die auf diesen Weltkörper vor sich gehen, theils in ihrer Umdehung um die Axe zu suchen. Dies tritt nicht, besonders bei solchen Sternen zu, deren Lichtwechsel periodisch ist. Wenn nämlich ein Theil der Oberfläche dunkler als der andere, oder so beschaffen, daß er weniger Licht verbreitet, so wird der Stern um mehr oder weniger glänzen, nachdem er um während seiner Rotationsperiode seine helle oder dunkle Seite zeigt. Andere Sterne die plötzlich erscheinen, und dann wieder verschwinden, erlösen vielleicht irgend eine große Revolution: es entwickelten sich bisher ruhende Kräfte, und machten seinen veralteten Duseyn ein Ende, um ihn schmer als der Asche wieder hervorgehen zu lassen.

Doppelsterne nennt man zwei oder mehrere Sterne, die so nahe bei einander stehen, daß sie dem bloßen Auge, und selbst durch kleine Fernrohre, wie ein einziger Stern erscheinen, durch stärkere Vergrößerungen aber aus einander getrennt werden. *Besarf* hat gezeigt, daß

einige derselben sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt drehen, sich also wohl nicht selbstständig haben konstituiren können. Man findet 3,4 zusammen, ja im *Signa* des *Orion* lauben 16 Sterne um einen Schwerpunkt. Man hat bis jetzt nahe 700 (675) dieser Doppelsterne entdeckt. Merkwürdig und auffallend ist die Verschiedenheit der Farben derselben, und bemerkbar. Sie erscheinen abwechselnd blau – roth – weiß doch so, daß der mittlere Stern stets ein weißes, die circulirenden Weltkörper dagegen ein farbnarbiges Licht ausstrahlen. Man hat die Vermuthung aufgestellt, daß, die besonders verlockende Licht farbig erscheint, diese Körper verlöschende, in einer Abnahme des Lichtes begriffen seyn mögen. – Auf keinen Fall kann man ihnen ein planetarisches Licht zuschreiben; sie müssen selbstleuchtend seyn, da ein reflectirtes Licht in so unermesslicher Ferne nicht sichtbar seyn könnte. Auch ist zu erwähnen, daß die Bewegung mancher Doppelsterne von Osten nach Westen geht, im Gegentheil unseres Systems, wo alle Bewegung von Westen nach Osten forttritt.

Auffallend ist die Geschwindigkeit mit welcher diese mehrfachen Sonnen sich bewegen. *Besarf* hat im Schwanz eines Doppelsterns entdeckt, dessen Fortrücken schon nach 6 Monaten bemerkbar erschien.

Eine merkwürdige Erscheinung am südlichen Himmel sind die sogenannten Magellanschen Wolken, deren lichtgebende Dünste jedes Abend in der Nähe der Südpol sichtbar werden. Diesen entgegengesetzt sind jene räthselhaften, von Sternen umhüllten schwarzen Stellen, ungenüch Kohlenische (coalles) genannt, die sich ebenfalls in der südlichen Hemisphäre mehrfach beobachtet habe. Die eine dieser Stellen erscheint in der Spitze des südlichen Kreuzes, die andere in der Fische Carl II, nahe am Südpol. Auffallend ist, daß die durch astrophysikalische Instrumente bemerkbare Veränderungen der Atmosphäre, auf das sichtbar werden dieser Flecken keinen Einfluß zu haben scheint. In jenen Nächten, wenn die übrigen Gestirne im schönsten Glanze leuchten, wenn die dunklen Stellen oft nicht sichtbar, und erschienen dagegen, wenn gleich das *Hygrometer* andeutete, daß die Luft stark mit Dünsten angefüllt sey. – Man hat diese Erscheinung aus dem Kontraste erklären wollen, den eine milder mit Sternen besetzte Stelle am Himmelraum gegen den besonders hellglänzenden Glanz der südlichen Gestirne, hervorbrächte. Ich kann dieser Meinung nicht seyn, die auch die besten Feuster nicht theilen, welche *Ciocci's* 2^{ter} Entdeckung begünstigt, dieser Erscheinung eine vorzüglich aufmerktsamer gewidmet haben. – Im *Scorpius* befindet sich ein Raum von 3^{er}, auf dem

- Die Abstände zwischen den Zeichen regeln den harmonischen Zusammenhalt der Wörter. Wenn dies gut geregelt ist, sind die Wörter leichter erkennbar. Die Abstände sind auch wesentlich für die Farbe des Textes.
- In jedem Schriftschnitt wird für jedes Zeichen eine Weite festgelegt. Diese ist normalerweise weiter als die Bounding-Box, da damit der normale Abstand zwischen den Zeichen festgelegt wird. Diese für jedes Zeichen individuell bestimmte Weite wird die **Zurichtung** genannt.
- Zusätzlich können für Zeichenpaare Abweichungen festgelegt werden, die auf die jeweiligen Formen Rücksicht nehmen. Diese paarweise bestimmten Abweichungen werden **Kerning** genannt.
- Unabhängig davon kann generell der Abstand zwischen den Zeichen vergrößert oder verkleinert werden. Dies ist der sogenannte **Laufweitemausgleich**.

type3.eps

```
% Tabelle der Weiten der einzelnen Buchstaben
/CharWidth 3 dict def
CharWidth begin
  /E 700 def
  /T 850 def
  /X 950 def
end
```

- Beim dritten Übungsblatt haben wir bei den Type-3-Schriftschnitten in PostScript bereits die Zurichtung individuell festgelegt gehabt.
- Die aufsummierte Zurichtung einer Zeichenkette kann in PostScript mit dem Operator `stringwidth` ermittelt werden.
- PostScript erlaubt die explizite Spezifikation des Laufweitenausgleichs, wenn `ashow` an Stelle von `show` verwendet wird. Alternativ können auch virtuelle Schriftschnitte definiert werden.
- Kleinere Schriftschnitte benötigen vergleichsweise größere Laufweiten, während die Laufweite bei größeren Schriftschnitten (ab etwa 16 Punkten) eher zu reduzieren ist.

ptmr8a.afm

```
C 65 ; WX 722 ; N A ; B 15 0 706 674 ;  
C 66 ; WX 667 ; N B ; B 17 0 593 662 ;  
C 67 ; WX 667 ; N C ; B 28 -14 633 676 ;  
C 68 ; WX 722 ; N D ; B 16 0 685 662 ;  
C 69 ; WX 611 ; N E ; B 12 0 597 662 ;
```

- Adobe Font Metrics (AFM) ist ein Textformat zur Beschreibung der Metrik eines Schriftschnitts.
- Die Spezifikation ist öffentlich unter http://partners.adobe.com/public/developer/en/font/5004.AFM_Spec.pdf
- Zu sehen sind hier die Zurichtungen der Versalien »A« bis »E« für *Adobe Times Roman*.
- C gibt die Kodierung an, WX spezifiziert die Zurichtung entlang der x-Achse, N nennt den Namen des Zeichens und mit B wird die Bounding-Box definiert.

- Die Hauptaufgabe von Kerning ist die Behandlung von Sonderfällen, bei dem die Zurichtung alleine zu große oder zu kleine Abstände erzeugt.
- Typisch sind Kombinationen wie »VA« oder »Te«, bei denen die beiden Buchstaben etwas näher rücken sollten, um nicht zu große Lücken entstehen zu lassen.
- Die Tradition des Kerning hängt auch von der verwendeten Sprache ab. Im Deutschen wird beispielsweise »ck« gerne näher gerückt. Im Niederländischen wird analog »ij« enger gefasst. In einem englischen Text wäre beides übertrieben.
- Auch wenn Kerning-Tabellen für Zeichenpaare spezifiziert werden, so sollte das Kerning nicht paarweise bestimmt werden. Das Ziel ist nicht die optimale Kombination, sondern die gleichmäßige Farbe der Schrift.
- Viele Schriftschnitte kommen ohne Kerning-Tabellen aus und manche führen Buchstaben übertrieben nahe. Im Zweifelsfall ist es besser, kein Kerning zu haben als ein inkonsistentes oder übertriebenes Kerning.

- Mustertext aus dem Werk *Detailtypografie*:

Aufhalten (ja auf) Wolf? Torf Tell!; fährt

Aufhalten (ja auf) Wolf? Torf Tell!; fährt

Aufhalten (ja auf) Wolf? Torf Tell!; fährt

- Typische Problempunkte (aus dem gleichen Werk zitiert):
 - ▶ Berühren sich »fh«, »(j«, »f)«, »f?« und »fä«?
 - ▶ Berühren sich »f T« – trotz des Wortzwischenraums – beinahe?
 - ▶ Sind »Wo«, »To« und »Te« zu eng?

ptmr8a.afm

```
KPX A y -92
KPX A w -92
KPX A v -74
KPX A u 0
KPX A quoteright -111
KPX A quotedblright 0
KPX A p 0
KPX A Y -105
KPX A W -90
KPX A V -135
KPX A U -55
KPX A T -111
KPX A Q -55
KPX A O -55
KPX A G -40
KPX A C -40
```

- Der Ausschnitt enthält sämtliche Kerning-Spezifikationen für Adobe Times Roman, bei der das »A« links steht.
- KPX spezifiziert eine Kerning-Korrektur entlang der x-Achse, danach folgen die Namen der beiden Zeichen.

ptmr8a.afm

KPX f quoteright 55

- Negative Kerning-Werte führen zum Zusammenrücken, positive Werte sorgen für einen größeren Abstand.
- Hier ist ein Beispiel für eine positive Kerning-Angabe, die verhindert, dass das »f« mit dem »'« kollidiert:

“Wf”

- Bei einer Ligatur verschmelzen zwei benachbarte Zeichen zu einem einzigen.
- Die Standard-Ligaturen sind: **fi fl**
- Weitere Ligaturen (seltener): **ff ffi ffl**
- Damit wird vermieden, dass sich zwei Zeichen so nahe zueinander kommen, dass sie sich treffen oder schwer auseinanderzuhalten sind (mit minimalen Abstand).
- Ähnlich wie beim Kerning wird sichergestellt, dass Zeichen-Kombinationen die Farbe des Textes nicht negativ beeinflussen.
- Nicht überall sind Ligaturen zulässig:

Schilfinseln Schilfinseln

ptmr8a.afm

C 102 ; WX 333 ; N f ; B 20 0 383 683 ; L i f i ; L l f l ;

- Auf Ligaturen wird beim AFM-Format bei den Zurichtungstabellen verwiesen.
- Die Ligaturen selbst werden durch selbständige Zeichen repräsentiert, für die eigene Einträge existieren:

ptmr8a.afm

C 174 ; WX 556 ; N f i ; B 31 0 521 683 ;

C 175 ; WX 556 ; N f l ; B 32 0 521 683 ;

- In der Idealform des idealen Lesens sind im Text integrierte Auszeichnungen nur dann zulässig, wenn sie die Farbe des Textes nicht beeinflussen.
- Sie sind dann keine Anspringpunkte und werden als Auszeichnung nur dann wahrgenommen, wenn das Auge sie an der entsprechenden Lesestelle wahrnimmt.
- Schriftfamilien, die für das lineare Lesen geeignet sind, bieten daher sorgfältig gestaltete kursive Schriftschnitte an, die die gleiche Farbe besitzen.
- Alternativ kommen auch Kapitälchen in Betracht, wenn sie passend entworfen worden sind und nicht etwa nur herunterskaliert wurden.

Auszeichnungen durch Kapitälchen (Times Roman) 262

bequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl LUDWIG XIV^{TEN} wurde von CAMPANI in BOLOGNA ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große CASSINI die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. AUZOUT in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

HERSCHEL gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescop, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich HERSCHEL des genau bestimmten Feldes seines Telescop als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge

von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der ANDROMEDA erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernröhre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit HERSCHEL bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser unendlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maastab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. OLOF RÖMER, ein Däne, fand in der Verfinsternung der JUPITERS Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren CASSINI auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der JUPITERS Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde vom JUPITER entfernte; wogegen der Eintritt früher erfolgte, jemehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. RÖMER schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des JUPITERS von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht brauche, um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40,000 Meilen zurücklegt; es gelangt daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom SYRIUS 31 Jahr, und vom entferntesten Nebelfleck mindestens 94,000 Jahr. Dies giebt eine Entfernung von 33,000 Billionen Meilen. Es folgt daraus, daß das

re, welcher sich die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienen, waren von einer unbequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl **Ludwig XIV^{ten}** wurde von **Campani** in **Bologna** ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große **Cassini** die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. **Auzout** in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füssigen Telescop, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich **Herschel** des genau bestimmten Feldes seines Telescop als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen,

matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der **Andromeda** erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernröhre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit **Herschel** bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser endlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maaßstab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. **Olof Römer**, ein Däne, fand in der Verfinsternung der **Jupiters** Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren **Cassini** auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der **Jupiters** Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde vom **Jupiter** entfernte: wogegen der Eintritt früher erfolgte, je mehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. **Römer** schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des **Jupiters** von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht brauche, um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40,000 Meilen zurücklegt; es gelang daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom **Syrius** 31 Jahr,

- Die einzelnen Worte müssen deutlich voneinander getrennt sein, so dass sich die Augen in ihrer Bewegungsphase leicht orientieren können.
- Allerdings dürfen diese Abstände nicht so groß werden, daß der Zusammenhalt fehlt.
- Insbesondere muss deswegen der Abstand zwischen den Worten kleiner sein als der Zeilenabstand.

scheiden können. Die Neueren zweifelten nicht an der Richtigkeit dieser Erklärung, obgleich sie selbst durch die stärksten Fernrohre nicht mehr einzelne Sterne entdeckten, als an andern Stellen des Himmels. - Die Fernrohre, welcher sich die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienten, waren von einer unbequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescop, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. - Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescop als Maaß. Er fand im Durchschnit, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnit eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. - Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Uner-

meßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernrohre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser unendlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maaßstab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olof Römer*, ein Däne, fand in der Verfinsternung der *Jupiters* Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der *Jupiters* Monde

die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienten, waren von einer unbequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ter}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *azout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füssigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der

sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernröhre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser endlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maastab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olof Römer*, ein Däne, fand in der Verfinsternung der *Jupiters* Trabanten, das Mittel dieses wichtigen Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der *Jupiters* Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde vom *Jupiter* entfernte: wogegen der Eintritt früher erfolgte, je mehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. *Römer* schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des *Jupiters* von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht brauche, um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40,000 Meilen zurücklegt; es gelangt daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom *Syrus* 31 Jahr, und vom entferntesten Nebelfleck

- Die richtige Wahl des Zeilenabstands hängt ab von
 - ▶ der gewählten Größe der Schrift,
 - ▶ der Zeilenlänge und
 - ▶ dem Schriftschnitt selbst.
- Es kommt dabei darauf an, dass
 - ▶ das Auge mühelos im Bewegungsmodus von einem Zeilenende zum folgenden Zeilenanfang springen kann und dass
 - ▶ die Farbe des Textes gleichmäßig bleibt.
- Je länger die Zeilen sind, umso größer sollte auch der Zeilenabstand gewählt werden.

fließt, und wir sie nicht unterscheiden können. Die Neueren zweifelten nicht an der Richtigkeit dieser Erklärung, obgleich sie selbst durch die stärksten Fernrohre nicht mehr einzelne Sterne entdeckten, als an andern Stellen des Himmels. - Die Fernrohre, welcher sich die Astronomen im 17^{ten} Jahrhundert bedienten, waren von einer unbequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Anzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. - Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. - Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hin-

länglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von 2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernrohre als ein Wölkchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser unendlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maasstab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olof Römer*, ein Däne, fand in der Verfinsternung der *Jupiters* Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der *Jupiters* Monde

von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescop, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescop als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermeßlichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von der Milchstraße nur um einen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde sie uns nur unter einem Winkel von 60° erscheinen, nicht viel größer als das Gestirn des großen Bären; in einer Entfernung von 10 Durchmessern, würde sie nur unter einem Winkel von

2° 25 Min., ungefähr so groß wie das Siebengestirn, und auf 100 Durchmesser unter einem Winkel von 17 Min., kleiner als der berühmte Fleck in der *Andromeda* erscheinen. Sie würde in dieser Entfernung dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch Fernrohre als ein Wölckchen von schwachem Licht, ähnlich den kleinen Lichtmassen dastehen, denen die Astronomen den Namen der Nebelflecke gegeben haben, und deren, wie früher erwähnt, seit *Herschel* bereits 3000 am Himmel entdeckt sind.

Die unsere Begriffe fast übersteigende Entfernung dieser endlich weit entlegenen Weltkörper, sind wir dennoch zu berechnen im Stande, seitdem wir gelernt haben die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen. Nicht unser Erdkörper bietet aber den Maasstab dazu dar; am Himmel selbst muß die Messung vorgenommen werden. *Olof Römer*, ein Däne, fand in der Verfinsternung der *Jupiters* Trabanten, das Mittel dieses wichtige Problem zu lösen. Er hatte in den Jahren 1670/75 mit dem älteren *Cassini* auf der Sternwarte viele Verfinsternungen der *Jupiters* Monde beobachtet, und gefunden, daß der erste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, und daß der Austritt desselben sich immer mehr verspätete, je weiter sich die Erde vom *Jupiter* entfernte: wogegen der Eintritt früher erfolgte, je mehr sie sich demselben näherte, so daß der größte Unterschied 14 Min. betrug. *Römer* schloß, daß diese Ungleichheit von dem Abstände der Erde und des *Jupiters* von einander abhänge, und eine Folge der verschiedenen Zeit sey, welche das Licht brauche, um bei ungleicher Entfernung die Erde zu erreichen. – Genauere Berechnungen haben später gezeigt, daß das Licht in einer Sekunde 40,000 Meilen zurücklegt; es gelang daher von der Sonne bis zu uns, in 8 Min. 13 Sek. Dagegen braucht es vom *Syrius* 31 Jahr, und vom entferntesten Nebelfleck mindestens 94,000 Jahr. Dies giebt eine Entfernung von 33,000 Billionen Meilen. Es folgt daraus, daß das Weltgebäude ein Alter von wenigstens 24,000 Jahr hat, weil das Licht was wir heute sehen, schon vor so langer Zeit von dort ausgegossen ist. Schwindel erregend! gleich der Betrachtung, daß die zerstörendsten Revolutionen jene leuchtenden Gestirne längst vernichtet haben können, welche mit ruhiger Klarheit unsere Nächte erhellen, und daß vielleicht Generationen vergehen, ehe nur die Kunde davon zu uns gelangt.

M

W

T

@

1

+

- Die Zeichen am linken Rand werden per Voreinstellung alle ausgerichtet entsprechend dem jeweiligen Ursprung des Koordinatensystems, das bei der Definition verwendet wurde.
- Die l/x -Komponente (*lower left x*) der Bounding-Box liegt typischerweise nicht bei 0. Bei »M« und »W« in dem Schriftschnitt Adobe Times Roman ist sie beispielsweise 12, bei »T« 17, bei »@« 116, bei »1« 111 und bei »+« 30.
- Diese Werte sind dahingehend optimiert, gute Abstände zwischen den Zeichen innerhalb eines Wortes zu erreichen.
- Am linken Rand sieht das jedoch ungleichmäßig aus. Das Subtrahieren von l/x wäre keine Abhilfe, da das Auge nicht die Bounding-Box erkennt, sondern sich von der Farbe leiten lässt.

- Das gleiche Problem existiert am rechten Rand.
- Hier werden bei einem Blocksatz normalerweise die Zeichen entsprechend ihrer Weite positioniert.
- Da die Weite die *urx*-Komponente überragt, verbleibt auch rechts variierender weißer Raum, so dass die rechte Seite ebenfalls für das Auge ungleichmäßig wirkt.

W
T
@
7
-
.

- Einige wenige Satzsysteme unterhalten für ausgewählte Schriftschnitte Tabellen für den Randausgleich. Diese sind leider nicht Bestandteil der Adobe Type-1-Schriftschnitte (oder anderer üblicher Repräsentierungen).
- Das Paket `microtype` für pdf \TeX unterhält solche Tabellen u.a. auch für Adobe Times Roman:

Zeichen	<i>llx</i>	<i>urx</i>	Weite	Randausgleich in ‰	
				links	rechts
M	12	863	889	0	0
W	12	932	944	50	50
T	17	593	611	50	50
@	116	809	921	100	100
1	111	394	500	150	150
7	20	449	500	50	100
+	30	534	564	250	250
-	39	285	333	500	500
.	70	181	250	0	700

M	M
W	W
T	T
@	@
1	1
+	+

- Hier sind beide Fälle jeweils im Vergleich, jeweils links ohne und rechts mit Randausgleich.

W	W
T	T
@	@
7	7
-	-
.	.

bequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermesslichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von

bequemen, und übertriebenen Länge. Auf Befehl *Ludwig XIV^{ten}* wurde von *Campani* in *Bologna* ein Fernrohr von 250 Fuß Brennweite verfertigt, durch welches der große *Cassini* die zwei nächsten Trabanten des Saturn entdeckte. *Auzout* in Frankreich brachte sogar ein Objectiv von 600 Fuß Brennweite zu Stande, das aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebraucht werden konnte.

Herschel gelang es endlich, durch die Vergrößerung und Lichtstärke seines 20 füßigen Telescops, den Schimmer der Milchstraße vollkommen in kleine Sterne aufzulösen, die sich deutlich von einander unterscheiden lassen; auch bemerkte er in der That, daß jede Stelle der Milchstraße um so sternenreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint. – Um sich einen Begriff von der unzähligen Menge der Sterne zu machen, die den Schimmer der Milchstraße hervorbringen, bediente sich *Herschel* des genau bestimmten Feldes seines Telescops als Maaß. Er fand im Durchschnitt, daß ein Raum der Milchstraße von 2° Breite, und 15° Länge nicht weniger als 50 000 Sterne enthält, die noch groß genug waren um deutlich gezählt zu werden, und wenigstens 100,000 die wegen ihres schwachen Lichtes sich nicht mehr zählen ließen. Da nun die Milchstraße im Durchschnitt eine Breite von wenigstens 12° hat, und sich über den ganzen Himmel durch 360° erstreckt, so würde dies wenigstens 20 Millionen Sterne in der Milchstraße geben. – Wären wir aber auch im Stande die Menge der Sterne in der Milchstraße einigermaßen genau zu bestimmen, so würde uns dies bei weitem nicht einen hinlänglichen Begriff von der Unermesslichkeit auch nur desjenigen Theils des Universums geben, den unser Auge erreichen kann. Wir wissen nicht, wie viele Sternhaufen, der Milchstraße gleich, über den Himmel verbreitet liegen. Es ist offenbar, daß wenn die Milchstraße tausendmal weiter von uns entfernt wäre, die einzelnen Sterne, welche man jetzt noch in ihr entdecken kann, in eben dem Verhältniß an Lichtstärke verlieren, und näher zusammenrücken würden: das Ganze würde endlich zu einer kleinen, matten Wolke einschrumpfen, in der sich keine einzelnen Sterne mehr entdecken ließen. Wenn unser Auge von