

# Ergonomischer Schriftgrad für elektronische Anzeigen

Michael Domhardt, Ludger Schmidt

Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Universität Kassel

## Zusammenfassung

Bei der Gestaltung von grafischen Benutzungsoberflächen sind Schriftart und Schriftgrad von Texten, wie z.B. für Schaltflächenbeschriftungen, Hilfetext oder Tooltips, geeignet festzulegen. Verfügbare Empfehlungen aus Normen oder Fachliteratur führen zu einer Angabe der Zeichenhöhe in Millimetern statt in Punkt. Typografischen Besonderheiten sowie soft- und hardwaretechnische Einflüsse bleiben dabei gänzlich unberücksichtigt. Der Lösungsansatz für ein praktisch anzuwendendes Berechnungsverfahren zur Festlegung des Schriftgrades umfasste die Recherche der relevanten Grundlagen in den Bereichen Ergonomie, Typografie sowie Soft- und Hardware, aus denen Faktoren, die den Schriftgrad beeinflussen, identifiziert werden konnten. Aus diesen Faktoren wurde schrittweise eine Berechnung hergeleitet, die sich abschließend vereinfachen ließ. Die Anwendbarkeit und Übertragbarkeit der Berechnung wird im Beitrag an einem Beispiel aus der Praxis dargestellt.

## 1 Einleitung

Ein zentrales Ziel der Gestaltung von grafischen Benutzungsoberflächen ist das Sicherstellen der Lesbarkeit und die Minimierung der Augenbelastung. Dies wird neben der geeigneten Hardware zur grafischen Darstellung durch eine entsprechende Wahl von Schrift, Farben und Kontrasten erreicht (Ziefle 2002). Diese Festlegungen stützen sich meist auf einschlägige Normen (z.B. DIN EN 894-2 oder DIN EN ISO 9241-303) bzw. Design Guides der jeweiligen Softwarehersteller. Doch diese Vorgaben und Empfehlungen sind nicht immer für die Umsetzung passend oder veraltet, zum Beispiel bezüglich neuer Displaygrößen und mobiler Verwendung. Zudem zielen die Berechnungen in normativen Vorgaben darauf ab, die Zeichenhöhe in SI-Einheiten zu ermitteln (z.B. DIN EN ISO 9241-302). Der Schriftgrad wird jedoch in Punkt angegeben und eine einfache Umrechnung, wie sie manche Norm suggeriert (z.B. DIN 32975), ist aufgrund typografischer Besonderheiten nicht möglich. Zusätzlich erschwert das verwendete Betriebssystem durch vorkonfigurierte Grafikeigenschaften die größenrichtige Darstellung auf elektronischen Anzeigen.

Das Ziel war daher ein einfach anzuwendendes Berechnungsverfahren zur Festlegung des Schriftgrades unter Berücksichtigung aller Faktoren, die den Schriftgrad beeinflussen. Dazu wurden die notwendigen theoretischen Grundlagen recherchiert und auf dieser Basis die Berechnung des Schriftgrades schrittweise hergeleitet.

## 2 Theoretische Grundlagen

Zur Festlegung des Schriftgrades sind die Grundlagen der visuellen Wahrnehmung, der Technik und der Typografie bei der Erzeugung elektronischer Darstellungen zu berücksichtigen.

### 2.1 Ergonomie

Im jeweiligen Nutzungskontext einer grafischen Benutzungsoberfläche hängt der tatsächliche Sehabstand von den anthropometrischen Eigenschaften des Nutzers oder der Umgebung ab. So beträgt der Sehabstand bei einem Smartphone, während es bei der Benutzung in der Hand gehalten wird, maximal eine Armlänge. Wird es dagegen für eine Navigationsanwendung im Fahrzeug genutzt, bestimmt die Umgebung des Fahrzeuginnenraumes den Sehabstand.

Die Darstellung wichtiger Informationen sollte im horizontalen Gesichtsfeld des Menschen im Bereich von  $-15^\circ$  bis  $+15^\circ$  erfolgen (DIN EN 894-2). Dies entspricht dem Bereich des Farbsehens (Schenk & Rigoll 2010) und ergibt einen horizontalen Öffnungswinkel von  $\alpha = 30^\circ$  (siehe Abbildung 1 rechts). Sollen Informationen auch am Rand der Anzeige erkennbar sein, muss die gesamte Anzeige in diesem Winkel liegen. Aus dem Öffnungswinkel lässt sich daher bei bekannter horizontaler Breite der elektronischen Anzeige der zulässige minimale Sehabstand ableiten. Ein Sehabstand von weniger als 300 Millimeter ist jedoch zu vermeiden, da er unterhalb der minimalen Sehweite von Erwachsenen liegt (DIN EN ISO 9241-303).

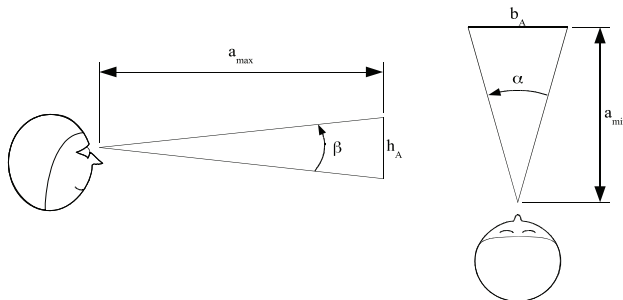


Abbildung 1: Sehwinkel  $\beta$  (links) und optimaler Darstellungswinkel  $\alpha$  im horizontalen Gesichtsfeld (rechts), nach Schenk & Rigoll (2010)

Für das Erkennen von Buchstaben ist der Sehwinkel  $\beta$  relevant. Der Sehwinkel beruht auf der Sehgrube, auch Foveola oder Fovea centralis genannt, dem Gebiet des schärfsten Sehens auf der Netzhaut (Schenk & Rigoll 2010, DIN 5340). Dieser Bereich des menschlichen Auges bietet für einen Sehwinkel von ca.  $\beta = 20'$  funktionell die besten Bedingungen für die Abbildung (DIN 5340). Der Winkel umschließt ausgehend vom Auge das Sehobjekt (DIN 5340), z. B. ein Zeichen oder ein Symbol (siehe Abbildung 1 links). Für lateinische Zeichen beträgt der optimale Bereich des Sehwinkels  $20' \leq \beta_{\text{opt}} \leq 22'$  (DIN EN ISO 9241-303). Um die optimale Erkennbarkeit einer Schrift zu gewährleisten, sollte ein Kleinbuchstabe diesen Bereich ausnutzen.

## 2.2 Hardware

Nahezu alle aktuellen elektronischen Anzeigen in Monitoren, Fernsehern, Projektoren, Smartphones, Kassen- und Kiosksystemen basieren auf Substraten (z.B. LCD oder OLED), in denen jeder einzelne Bildpunkt als festes Element vorhanden ist (Luczak et al. 2006). Die für den Schriftgrad relevanten Eigenschaften dieser elektronischen Anzeigen sind die physikalische Auflösung und die Abmessungen der sichtbaren Bildgröße. Die physikalische Auflösung wird jeweils in horizontaler und vertikaler Richtung durch die Anzahl der Bildpunkte, den Pixelwert, angegeben; die Breite  $b_A$  und Höhe  $h_A$  der sichtbaren Bildgröße sind als Längenmaß in Millimetern oder Zoll angegeben (Bsp. siehe Abbildung 2). Teilt man die jeweilige Auflösung durch die entsprechende Abmessung des Bildes, erhält man die Pixeldichte  $\rho_A$  [Pixel/mm] der elektronischen Anzeige für die jeweilige Orientierung (horizontal oder vertikal). Der inverse Wert  $\rho_A^{-1}$  gibt die Abmessung eines einzelnen Pixels in der jeweiligen räumlichen Orientierung an.

Specifications	
<b>Model</b>	1537L
<b>Display</b>	15.0" diagonal
<b>Aspect Ratio</b>	4:3
<b>Useful Screen Area</b>	<b>Horizontal: 12.0" (304 mm)</b> <b>Vertical: 9.0" (228 mm)</b>
<b>Native (Optimal) Resolution</b>	<b>1024 x 768 at 60 Hz</b>
<b>Other Supported Resolutions</b>	1024 x 768 at 60, 65 (Sun), 70 or 75 Hz 832 x 624 at 75 Hz (Mac)

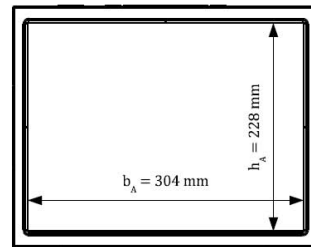


Abbildung 2: Bildgröße und Auflösung eines Touchscreens im Datenblatt (links) sowie in der Zeichnung (rechts) (Elo Touch Solutions 2013)

## 2.3 Software

Bei der Programmierung einer grafischen Benutzungsoberfläche kommen Entwicklungswerkzeuge zum Einsatz, mit denen auch Schriftart und Schriftgrad für die Texte der Benutzungsoberfläche umgesetzt werden. Diese Entwicklungswerkzeuge greifen dabei auf Dateien zurück, in denen die einzelnen Zeichen einer Schriftart enthalten sind. Diese Schriftartdateien sind entweder als Systemschrift auf dem Zielgerät vorhanden (z.B. bei Word-Dokumenten) oder werden über die Installationsroutine der Benutzungsoberfläche mitgeliefert (z.B. bei Softwareanwendungen). Die Schrift wird in beiden Fällen vom Betriebssystem zu Bildpunkten verarbeitet.

Mittels der in aktuellen Betriebssystemen hinterlegten Punktdichte  $\rho_{OS}$  mit der Einheit Punkte pro Zoll (Points per Inch [ppi]) lässt sich die grafische Darstellung an die physikalische Auflösung der elektronischen Anzeige anpassen. Allerdings ist sie nicht bei allen Systemen vom Benutzer konfigurierbar (z.B. bei Betriebssystemen von Smartphones) und auch auf Systemen mit Konfigurationsmöglichkeit wird die Punktdichte  $\rho_{OS}$  unverändert bei der Standardeinstellung belassen, um Darstellungsprobleme bei Anwendungen und Webseiten, die für eine feste Punktdichte von 96 dpi erstellt wurden, zu vermeiden (Microsoft 2005). Abbildung 3 zeigt die Standardeinstellung des Betriebssystems Microsoft Windows 7; in Betriebssystemen von Apple oder Canonical sind vergleichbare Einstellungen vorhanden.

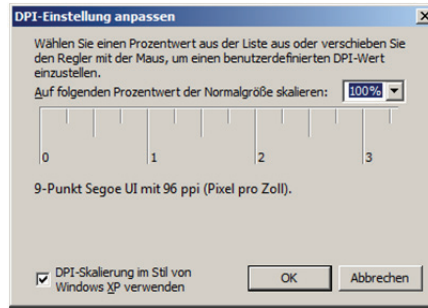


Abbildung 3: Standardeinstellung der Punktdichte  $\rho_{0S}$  unter Microsoft Windows 7

## 2.4 Typografie

Der Schriftgrad ist die typografische Höhe einer Druck- oder Bildschirmschrift. Obwohl die Bezeichnung suggeriert, dass der Schriftgrad eine Bemessungsgrundlage darstellt, lässt diese Angabe allein keine Aussage über die Schrifthöhe zu. Die Ursache hierfür liegt in der Geschichte des Schriftgrades. Im materiellen Schriftsatz mit beweglichen Lettern wird der Schriftgrad als Kegelgröße bezeichnet (DIN 16507-2). Der Kegel ist der physikalische Körper eines einzelnen Buchstabens, der beim Druck als eine Art Stempel benutzt wird. Der Buchstabe wird aus dem Grundkörper des Kegels herausgearbeitet und ist daher immer kleiner als der eigentliche Kegel. Dieser Umstand ist in Abbildung 4 links dargestellt. Rechnet man also den Schriftgrad, wie fälschlicherweise in DIN 32975 empfohlen, mit einem festen Umrechnungsfaktor in eine Standardeinheit um, erhält man bestenfalls die Höhe des Kegels und nicht die des Buchstabens. In Abbildung 4 rechts werden die daraus resultierenden Höhenunterschiede am Beispiel der x-Höhe von drei gängigen Schriftarten demonstriert. Die x-Höhe ist die Höhe des Kleinbuchstaben x (Cheng 2006).

Jeder Typograf legt bei der Gestaltung einer Schrift selbst fest, welche Höhe und Breite der verfügbaren Stempelfläche er für die Ausgestaltung eines Buchstabens nutzt. Auch heute zeichnen die meisten Typografen neue Schriften noch manuell, bevor sie mit Hilfe von Typografiesoftware digitalisiert und zu einer Schriftartdatei zusammengefasst werden (Bayer 2003). In der Typografiesoftware werden die Umrisse jedes gezeichneten Buchstabens durch Kurven nachgebildet, deren Stützstellen und Knotenpunkte an einem feinen elektronischen Rasters ausgerichtet werden. Mit dem Raster wird ein Pica-Punkt unterteilt. Den Feinheitsgrad der Unterteilung dieses Rasters legt der Typograf fest.

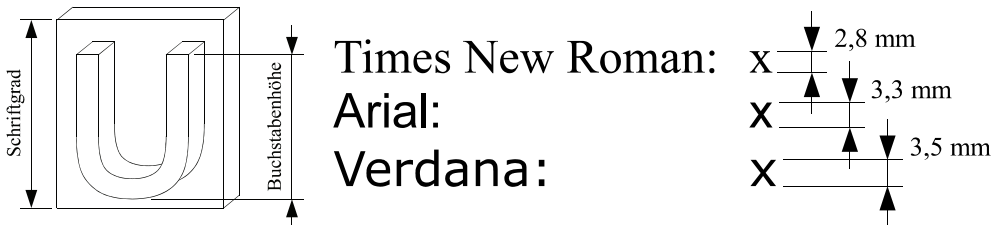


Abbildung 4: Differenz zwischen Schriftgrad (Kegelhöhe) und Buchstabenhöhe nach Bix (2002) (links) und x-Höhe gängiger Schriftarten bei einem Schriftgrad von 18 Punkt (rechts)

Eine Umrechnung des Schriftgrades in eine Buchstabenhöhe ist nur bei Kenntnis der konkreten Schriftart möglich. Die Informationen und Werte zur Umrechnung können mit Hilfe einer Typografiesoftware aus der Schriftartdatei der jeweiligen Schrift ausgelesen werden. Der Umrechnungsfaktor für einen Pica-Punkt beträgt  $1/72,27$  Zoll pro Punkt (Beinert 2008).

### 3 Bestimmung des ergonomischen Schriftgrads

Zur Bestimmung des ergonomischen Schriftgrads fließen die Grundlagen der visuellen Wahrnehmung, der Technik und der Typografie in ein Berechnungsverfahren ein. Die Bestimmung kann entweder am Großbuchstaben H (DIN EN ISO 9241-302) oder am Kleinbuchstaben x erfolgen (Bix 2002). Im Rahmen dieser Herleitung wird der Schriftgrad aufgrund des Einfluss der x-Höhe auf den visuellen Eindruck einer Schriftart (vgl. Abschnitt 2.4) anhand des Kleinbuchstabens x bestimmt.

#### 3.1 Herleitung

Als erstes Maß geht der Winkel  $\alpha$  des horizontalen Gesichtsfelds des Menschen in die Berechnung ein (vgl. Abbildung 1). Als zweite Größe wird die Breite der Darstellungsfläche der elektronischen Anzeige  $b_A$  (vgl. Abbildung 2) verwendet. Mit Hilfe des Winkels  $\alpha$  und der Displaybreite  $b_A$  lässt sich mit Formel 1 der minimale Sehabstand  $a_{\min}$  beschreiben.

$$a_{\min} = \frac{b_A}{2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (1)$$

Der maximale Sehabstand  $a_{\max}$  ergibt sich entweder aus dem jeweiligen Nutzungskontext (vgl. Abschnitt 2.1) oder gemäß Formel 2 aus der Höhe der elektronischen Anzeige  $h_A$  (vgl. Abbildung 2). Für lateinische Zeichen wird laut DIN EN ISO 9241-303 eine minimale Höhe von 16 Bogenminuten empfohlen, die auf der Anzeige noch darstellbar sein muss. Orientiert man sich an der x-Höhe, kann nur die halbe Anzeigehöhe genutzt werden, da sonst keine Großbuchstaben mehr dargestellt werden können. Die nutzbare Höhe ist daher  $0,5 \cdot h_A$ .

$$a_{\max} = \frac{h_A}{4 \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)} \quad (2)$$

Die benötigte Höhe  $h$  des Zeichens auf der Anzeige lässt sich in Abhängigkeit vom tatsächlichen Sehabstand  $a$  ( $a_{\min} \leq a \leq a_{\max}$ ) mit Hilfe von Formel 3 berechnen. Der minimale, optimale oder maximale Winkel  $\beta$  (vgl. Abbildung 1) kann für verschiedene Zeichen, z.B. auch chinesische, aus Normen entnommen werden (z.B. DIN EN ISO 9241-303).

$$h = a \cdot 2 \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \quad (3)$$

Die Darstellung der Höhe  $h$  ist abhängig von der Pixeldichte der gewählten elektronischen Anzeige  $\rho_A$ . Diese errechnet sich aus der physikalischen Auflösung und den Abmessungen der Anzeige (vgl. Abschnitt 2.2). Es werden für die Berechnung der Zeichenhöhe lediglich die vertikale Auflösung  $n_{AV}$  und die Höhe  $h_A$  der Anzeige benötigt. Die beiden Werte  $n_{AV}$

und  $h_A$  lassen sich dem Datenblatt der verwendeten Anzeige entnehmen (vgl. Abbildung 2). Die Berechnung der Pixeldichte  $\rho_A$  der Anzeige erfolgt nach Formel 4.

$$\rho_A = \frac{n_{Av}}{h_A} \quad (4)$$

Mit Hilfe der Höhe  $h$  und der Pixeldichte der Anzeige  $\rho_A$  lässt sich nach Formel 5 die Anzahl der Bildpunkte  $n_B$  in vertikaler Anzeigenrichtung berechnen, die vom Betriebssystem für diese Höhe ausgegeben werden muss.

$$n_B = h \cdot \rho_A \quad (5)$$

Die mit Formel 5 berechnete Anzahl der Bildpunkte  $n_B$  wird allerdings nicht direkt und unverändert vom Betriebssystem ausgegeben. Die im Betriebssystem voreingestellte Punktdichte  $\rho_{OS}$  (vgl. Abbildung 3) passt fast nie zur Pixeldichte  $\rho_A$  der elektronischen Anzeige, so dass betriebssystemintern ein anderer Höhenwert notwendig ist, um die Höhe  $h$  auf der elektronischen Anzeige zu erreichen (vgl. Abschnitt 2.3). Formel 6 enthält die notwendige Umrechnung in die betriebssysteminterne Höhe  $h_{OS}$ .

$$h_{OS} = \frac{n_B}{\rho_{OS}} \quad (6)$$

Zur größenrichtigen Ausgabe von Vektor- oder Rasterabbildungen, wie z.B. Symbole und Icons, ist der bisherige Rechenweg ausreichend. Das berechnete Maß  $h_{OS}$  wird als Höhe des darzustellenden Elements angegeben. Auf der elektronischen Anzeige wird das Element dann in der gewünschten Höhe  $h$  dargestellt.

Die größenrichtige Ausgabe von Schriftzeichen erfordert zusätzlich die Umrechnung der betriebssysteminternen Höhe  $h_{OS}$  in die Punktgröße der jeweiligen Schriftart (vgl. Abschnitt 2.4). Dazu wird der schriftartsspezifische Umrechnungsfaktor  $k_S$  benötigt. Um diesen zu ermitteln, wird die entsprechende Schriftartdatei mit einer Typografiesoftware wie z.B. FontForge (Williams 2012) geöffnet. Ausgelesen werden die Feinheit des Rasters  $f_R$ , mit dem der Typograf bei der Gestaltung der entsprechenden Schriftart einen Pica-Punkt unterteilt hat sowie die typografische x-Höhe  $h_{xt}$  der Schriftart in Anteilen dieser Unterteilung (vgl. Abschnitte 2.1 und 2.4). In Abbildung 5 ist die Ermittlung der beiden Werte am Beispiel Times New Roman dargestellt.

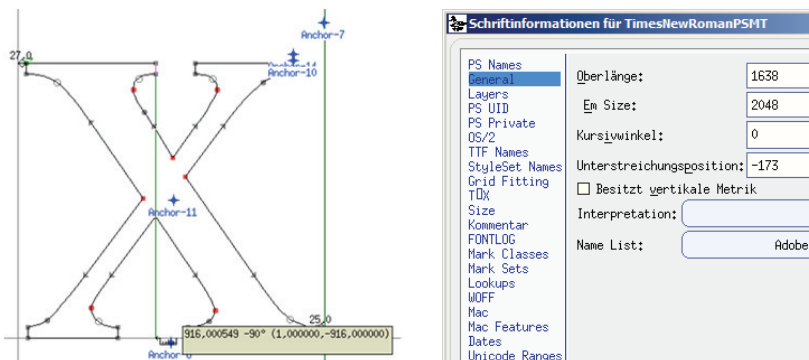


Abbildung 5: Ermittlung von  $h_{xt}=916$  (links) und  $f_R=2028$  (rechts) bei Times New Roman in FontForge

Mit Hilfe des bekannten Rastermaßes  $f_R$  und der typografischen x-Höhe  $h_{xt}$  einer konkreten Schriftart sowie des Umrechnungsfaktors von Millimetern in Pica-Punkt (72,27 Punkt pro Zoll) lässt sich der schriftartsspezifische Umrechnungsfaktor  $k_S$  nach Formel 7 berechnen.

$$k_S = \frac{f_R}{h_{xt}} \cdot \frac{72,27 \text{ pt}}{25,4 \text{ mm}} \quad (7)$$

Durch den schriftartsspezifischen Umrechnungsfaktor  $k_S$  kann der ergonomisch notwendige Schriftgrad  $h_e$  auf Basis der betriebssysteminternen Höhe  $h_{OS}$  in Formel 8 ermittelt werden.

$$h_e = h_{OS} \cdot k_S \quad (8)$$

Das Ergebnis ist der ergonomische Schriftgrad  $h_e$  in der Einheit Punkt, der für die größenrichtige Darstellung eines Zeichens in einer konkreten Schriftart auf einer elektronischen Anzeige über eine softwareseitig festgelegte Punktdichte für die Lesbarkeit aus einem bestimmten Abstand notwendig ist.

## 3.2 Zusammenfassung und Vereinfachung der Berechnung

Das in Abschnitt 3.1 hergeleitete Verfahren lässt sich zu einer Formel zusammenfassen und kürzen. Ausgangspunkt bleibt die Bestimmung des Sehabstandes  $a$  aus dem Nutzungskontext, wobei die Grenzen  $a_{min}$  und  $a_{max}$  ggf. analog zu Abschnitt 3.1 getrennt zu bestimmen sind (vgl. Formeln 1 und 2 sowie Abschnitt 2.1). Setzt man die Formeln 3 bis 6 schrittweise in Formel 8 ein, erhält man Formel 9.

$$h_n = a \cdot 2 \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot \frac{n_{Av}}{h_A \cdot \rho_{OS}} \cdot \frac{f_R}{h_{xt}} \cdot \frac{72,27 \text{ pt}}{25,4 \text{ mm}}$$

mit  $h_n$  – Schriftgrad [pt],  $a$  – Sehabstand [mm],  $\beta$  – Sehwinkel [°],  
 $n_{Av}$  – vertikale Anzeigenauflösung [px],  $h_A$  – Anzeighöhe [mm],  
 $\rho_{OS}$  – Punktdichte des Betriebssystems [ $\text{pt} \cdot \text{mm}^{-1}$ ],  
 $f_R$  – Rastermaß,  $h_{xt}$  – typografische x-Höhe

Diese Formel lässt sich vereinfachen, indem man Größen, die sich während der Entwicklung einer Benutzungsoberfläche nicht ändern, zusammenfasst. Die Vereinfachung umfasst den schriftartsspezifische Umrechnungsfaktor  $k_S$  als schriftartabhängige Konstante. Auch der Quotient aus Pixeldichte der Anzeige  $\rho_A$  und die Punktdichte des Betriebssystems  $\rho_{OS}$  können für die Gestaltung einer grafischen Benutzungsoberfläche zu einer Technikkonstanten  $k_T$  mit der Einheit Pixel pro Punkt zusammengefasst werden. Aus der trigonometrischen Funktion um den Öffnungswinkel  $\beta$  lässt sich eine ergonomische Konstante  $k_E$  bilden, so dass sich die Berechnungsformel 10 ergibt.

$$h_e = a \cdot k_E \cdot k_T \cdot k_S \quad \text{mit}$$

$$k_E = 2 \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right), \quad k_T = \frac{n_{Av}}{h_A \cdot \rho_{OS}} \quad \text{und} \quad k_S = \frac{f_R}{h_{xt}} \cdot \frac{72,27 \text{ pt}}{25,4 \text{ mm}} \quad (10)$$

$$\text{für alle } \frac{b_A}{2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \leq a \leq \frac{h_A}{4} \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

### 3.3 Anwendungsbeispiel

Der Anwendungsfall zur Festlegung eines ergonomischen Schriftgrades resultierte aus einem Projekt, in dem eine massentaugliche Ladestation für Elektromobile gestaltet und evaluiert werden sollte (Domhardt & Schmidt 2013). Für die grafische Benutzerführung wurde ein Touchscreen vom Typ Tyco EloTouch 1537L verwendet, dessen vertikale Auflösung bei  $n_{AV} = 768$  Pixel liegt und die Höhe  $h_A = 228$  mm beträgt (Elo Touch Solutions 2013). Die Erhebung des Nutzungskontexts der Ladestation ergab, dass nutzungsrelevante Informationen, z.B. verfügbaren Anschlüsse, aus der Entfernung von einer Fahrzeuglänge noch bequem ablesbar sein sollten. Damit ergaben sich  $a = 5000$  mm und  $\beta = 22' = 0,37^\circ$ . Die Grenzwerte des Sehabstands wurden damit nicht überschritten ( $a_{\min} < a < a_{\max}$ ). Als Softwareumgebung kam Microsoft Windows mit einer betriebssysteminternen Punktdichte von  $\rho_{OS} = 96$  ppi zum Einsatz. Die Wahl der Schriftart fiel auf Verdana. Die Analyse der Schriftartdatei (vgl. Abschnitt 3.1) ergab eine typografische x-Höhe von  $h_{xt} = 1117$  bei einem Rastermaß von  $f_R = 2048$ . Das Ergebnis der Berechnung sind Kleinbuchstaben in 150 Punkt Verdana mit einer Buchstabenhöhe von  $h = a \cdot k_E = 32,5$  mm auf dem Touchscreen. Diese Kombination aus Schriftart und Schriftgrad ermöglicht die Lesbarkeit auch dann, wenn die Ladestation am Ende einer Parklücke steht. Der Rechenweg ist in Gleichung 11 zu sehen.

$$\begin{aligned}
 k_E &= 2 \cdot \tan\left(\frac{0,37^\circ}{2}\right) = 6,5 \cdot 10^{-3} \\
 k_T &= \frac{768 \text{ Pixel mm}}{228 \text{ mm} \cdot 3,78 \text{ Pixel}} = 0,9 \\
 k_S &= \frac{2048 \cdot 72,27 \text{ pt}}{1117 \cdot 25,4 \text{ mm}} = 5,2 \frac{\text{pt}}{\text{mm}} \\
 h_e &= 5000 \text{ mm} \cdot 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 \cdot 5,2 \frac{\text{pt}}{\text{mm}} = 150,1 \text{pt}
 \end{aligned} \tag{11}$$

Sollte zum Vergleich dieselbe Buchstabenhöhe mit der Schriftart Times New Roman erreicht werden, wäre ein Schriftgrad von 183 Punkt notwendig. Eine schriftartunabhängige Berechnung nach DIN 32975 anhand der Höhe  $h$  ergibt lediglich einen Schriftgrad von 132 Punkt.

## 4 Fazit und Ausblick

Bei der Berechnung des Schriftgrads nach etablierten Normen bleiben typografische und softwaretechnische Besonderheiten bisher unberücksichtigt. So führt bei der Schriftart Times New Roman eine Berechnung nach DIN 32975 zu einem Schriftgrad, der 28 Prozent zu klein ausfällt. Durch das hergeleitete Berechnungsverfahren fließen nun die Grundlagen aus den Bereichen der visuellen Wahrnehmung, der Technik und der Typografie in die Festlegung eines ergonomischen Schriftgrades ein. Das entwickelte Verfahren ermöglicht sowohl die Festlegung eines ergonomischen Schriftgrads als auch die größenrichtige Darstellung beliebiger Vektor- und Rasterbilder auf elektronischen Anzeigen. Die in der Berechnungsgrundlage enthaltenen Konstanten sind durch leicht zugängliche Informationen ermittelbar. Der modulare Aufbau des Verfahrens sorgt für eine einfache Anpassbarkeit und Übertragbarkeit auf nahezu alle Anwendungsfälle, bei denen Schrift elektronisch dargestellt wird, unabhängig



davon, ob es sich um elektronische Dokumente, Internetseiten oder spezifische Softwareanwendungen für den Einsatz auf Computern, Smartphones und Tablets handelt.

Zukünftig ist eine schrittweise Automatisierung des Verfahrens denkbar. Es kann sowohl das Erfassen der Anzeigenauflösung und -abmessungen als auch das Auslesen der Schriftdatei durch entsprechende Software auf der Zielplattform vereinfacht werden. Auch die Rechenschritte lassen sich automatisieren, so dass lediglich ein Betrachtungsabstand manuell vorgegeben werden muss. Auf diese Weise kann die ergonomische Gestaltung grafischer Benutzungsoberflächen vereinfacht werden.

## Literaturverzeichnis

- Bayer, S. K. (2003). *Bildschirmtypografie – Technische und psychologische Determinanten der Gestaltung von Online-Dokumenten*. Erlangen: Buchwissenschaft Universität Erlangen-Nürnberg.
- Beinert, W. (Hrsg.) (2008). *Typographischer Punkt*. <http://www.typolexikon.de/p/pica.html>. Version vom 08.11.2008, überprüft am 25.06.2013.
- Bix, L. (2002). The Elements of Text and Message Design and Their Impact on Message Legibility: A Literature Review. *Journal of Design Communication*, 4.
- Cheng, K. (2006). *Anatomie der Buchstaben – Basiswissen für Schriftgestalter*. Mainz: Schmidt
- DIN 5340 (1998). *Begriffe der physiologischen Optik*. Berlin: Beuth.
- DIN 16507-2 (1999). *Drucktechnik - Schriftgrößen - Teil 2: Digitaler Satz und verwandte Techniken*. Berlin: Beuth.
- DIN 32975 (2012). *Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung*. Berlin: Beuth.
- DIN EN 894-2 (2009). *Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 2: Anzeigen*. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-302 (2009). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen*. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-303 (2012). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen*. Berlin: Beuth.
- Domhardt, M. & Schmidt, L. (2013). Nutzerbasierte Evaluation des Prototyps einer massentauglichen Ladestation für Elektromobile. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V (Hrsg.): *Chancen durch Arbeits-, Produkt- und Systemgestaltung: Zukunftsfähigkeit für Produktions- und Dienstleistungsunternehmen: 59. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Krefeld 2013)*. Dortmund: GfA-Press, S. 665–668.
- Elo Touch Solutions (Hrsg.) (2013). *1537L 15-inch Open-Frame Touchmonitor*. <http://www.elotouch.com/Products/LCDs/1537L/>. Version vom 27.03.2013, überprüft am 27.03.2013.
- Luczak, H.; Schmidt, L.; Oehme, O. & Rötting, M. (2006). Visual Displays in Human-Computer Interaction. In: Karwowski, W. (Hrsg.): *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (1)*. Boca Raton: Taylor & Francis, S. 1508–1511.
- Microsoft (Hrsg.) (2005). *Where does 96 DPI come from in Windows?*. <http://blogs.msdn.com/b/fontblog/archive/2005/11/08/490490.aspx>. Version vom 08.11.2005, überprüft am 27.03.2013.
- Schenk, J. & Rigoll, G. (2010). *Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen*. Heidelberg: Springer.

Williams, G. (Hrsg.) (2013). *FontForge*. <http://fontforge.org/>. Version vom 12.08.12, überprüft am 24.06.13.

Ziefle, M. (2002). *Lesen am Bildschirm*. Münster: Waxmann.

### **Kontaktinformationen**

Michael Domhardt, Universität Kassel, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Mönchebergstr. 7, 34125 Kassel, [M.Domhardt@uni-kassel.de](mailto:M.Domhardt@uni-kassel.de)