

Steganographie

Die **Steganographie** (auch: **Steganografie**) ist die Kunst oder Wissenschaft der verborgenen Speicherung oder Übermittlung von Informationen in einem Trägermedium (Container). Das Wort lässt sich auf die altgriechischen Bestandteile *στεγανός* *steganós* ‚bedeckt‘ und *γράφειν* *gráphein* ‚schreiben‘ zurückführen, bedeutet also wörtlich „bedeckt schreiben“ bzw. „geheimes Schreiben“. Das modifizierte Medium wird als Steganogramm bezeichnet.

Ziele der Steganographie

Der Einsatz von Steganographie hat Geheimhaltung und Vertraulichkeit zum Ziel. Informationen werden so verborgen, dass ein Dritter bei Betrachtung des Trägermediums keinen Verdacht schöpft. Damit ist zugleich erreicht, dass die verborgenen Informationen nicht Dritten bekannt werden, d.h. die Geheimhaltung ist (wie bei der Kryptographie) gewährleistet.

Die Einordnung der Steganographie wird in der Regel auf zwei mögliche Weisen vorgenommen: Entweder wird sie als Unterkapitel der Kryptographie betrachtet oder als eigenständiger Wissenschaftsbereich. Für Letzteres spricht, dass die Zielsetzung der Kryptographie (Geheimhaltung) nicht mit der Zielsetzung der Steganographie (vertrauliche Geheimhaltung durch Verbergen der Geheimhaltung) übereinstimmt. In der Praxis werden Kryptographie und Steganographie häufig kombiniert, da zum Beispiel Chiffretexte für die Steganographie interessante statistische Merkmale aufweisen.



Bild eines Baumes, in das mit computergestützten steganographischen Methoden ein zusätzliches (nicht sichtbares) Bild einer Katze eingefügt ist.

Abgrenzung

Das Funktionsprinzip der Steganographie beruht darauf, dass ein Außenstehender die Existenz der steganographierten Information nicht erkennt. Dadurch unterscheidet Steganographie sich von der Kryptographie, bei der ein Außenstehender zwar um die Existenz von Informationen weiß, aber aufgrund der Verschlüsselung nicht in der Lage ist, den Inhalt zu verstehen.

Beispiel

Schickt Alice Bob eine Nachricht, ersetzt aber vor dem Verschicken jeden Buchstaben durch den, der im Alphabet jeweils fünf Stellen weiter steht, so handelt es sich um Kryptographie (Cäsar-Chiffre). Wendy, eine außenstehende Person, kann die Nachricht, wenn sie beim Transport abgefangen wurde, ohne Kenntnis des Verschlüsselungsverfahrens nicht verstehen. Sie sieht aber, dass eine Nachricht von Alice an Bob gesandt wurde.

Schickt Alice Bob dagegen eine Nachricht in Form eines (belanglosen) Gedichts, bei dem die Anfangsbuchstaben der Zeilen hintereinander gelesen die eigentliche Nachricht bildet, so kann die außenstehende Wendy zwar sehen, dass Alice Bob eine Nachricht sendet, der Inhalt, den Wendy wahrnimmt, entspricht aber nicht der relevanten Nachricht von Alice an Bob. Dies ist Steganographie.

In der Steganographie verwendet man als Szenario in der Regel den Nachrichtenversand von einem Sender zu einem Empfänger. Auch die *Datenspeicherung* kann darauf abgebildet werden; in dem Fall handelt es sich um

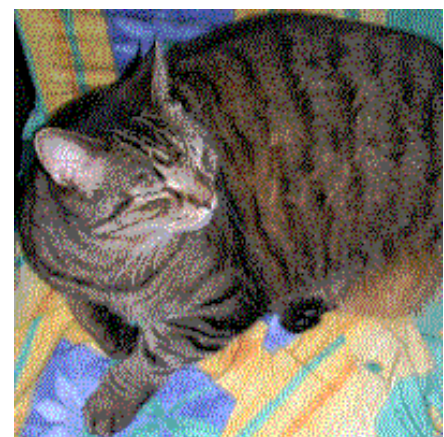


Bild einer Katze, das im obigen Bild in den beiden niederwertigsten Bits jedes Bildpunkts versteckt war.

Kommunikation mit sich selbst (Sender = Empfänger). Dieser Spezialfall wird aber üblicherweise vernachlässigt.

Sehr ähnlich zur Steganographie sind nicht wahrnehmbare digitale Wasserzeichen, deren Zielsetzung sich jedoch unterscheidet. Steganographie will Vertraulichkeit sichern, wohingegen digitale Wasserzeichen auf Robustheit ausgelegt sind (zerstört man das Wasserzeichen, so ist der Träger dadurch so degradiert, dass er nicht mehr nutzbar ist).

Sicherheit

Ein steganographisches Verfahren gilt genau dann als sicher, wenn nach Anwendung des Verfahrens auf ein Medium dritte Personen keinerlei Rückschlüsse ziehen können, ob in einem vorliegenden Medium nichtoffensichtliche Informationen verborgen sind. Ein weiteres, aber nachrangiges Sicherheitsmerkmal ist, dass eingebettete Informationen selbst bei Kenntnis von deren Existenz von Dritten nicht auslesbar sind. Mit dem Aufdecken steganographischer Kontaminierung und der Analyse steganographischer Verfahren beschäftigt sich die Steganalyse (analog der Kryptoanalyse bei der Kryptographie).

Verschlüsselt man die Nachricht vor dem Einbetten, so bringt das außer dem Verstecken des Nachrichteninhalts einen weiteren Vorteil mit sich: Eine chiffrierte Nachricht ist normalerweise nicht von zufälligen Daten unterscheidbar. Damit ähnelt sie Hintergrundrauschen, wie man es in Bildern, Videos oder Audiodaten findet. Es ist also statistisch gesehen günstig, eine Nachricht vor dem Einbetten zu verschlüsseln.

Kerckhoffs' Prinzip in der Steganographie

Kerckhoffs' Prinzip besagt, dass die Sicherheit eines Systems nicht von der Geheimhaltung der Algorithmen abhängen darf, sondern nur von der Geheimhaltung eines Schlüssels. Bei sicheren Verfahren ist also nur die Kenntnis des richtigen Schlüssels für die Erkennbarkeit von Bedeutung.

Die Berücksichtigung des kerckhoffsschen Prinzips in der Steganographie ist historisch betrachtet nur zweitrangig, da es zunächst darum ging, die Nichtdetektierbarkeit gegenüber menschlichen Sinnen herzustellen. Daher sind vor allem ältere Steganographiealgorithmen inhärent unsicher, sobald diese quelloffen zugänglich sind.

In der Steganographie muss ein höherer Aufwand betrieben werden als in der Kryptographie, um Kerckhoffs' Prinzip zu erfüllen und gleichzeitig nicht das Hauptziel der Steganographie, die Erhaltung der Nichtwahrnehmbarkeit bzw. Nichtdetektierbarkeit, zu verfehlen.

Symmetrische Steganographie

Ähnlich der symmetrischen Kryptographie basiert die symmetrische Steganographie darauf, dass Sender und Empfänger einer Nachricht im Vorfeld der verdeckten Kommunikation einen geheimen Schlüssel ausgetauscht haben. Beide wissen, auf welche Art und Weise und an welcher Stelle eine Nachricht versteckt ist.

Asymmetrische Steganographie

Die asymmetrische Steganographie (auch *Public-Key-Steganographie*) basiert - wie die asymmetrische Kryptographie - allein darauf, dass jeder potenzielle Empfänger einer verdeckten Nachricht einen (möglichst authentischen) öffentlichen Schlüssel zur Verfügung stellt, welcher zum Verstecken einer Nachricht benutzt wird. Mit diesem öffentlichen Schlüssel wird die Nachricht verschlüsselt und eingebettet. Ausgelesen werden kann die Nachricht nur vom Empfänger, der dafür eigens über einen privaten Schlüssel verfügt. Der Sender kann die Nachricht nicht wieder entschlüsseln. Richtet sich der verwendete Algorithmus nach Kerckhoffs' Prinzip, so ist er nicht einmal in der Lage herauszufinden, ob sich in einem Medium eine Nachricht verbirgt. Die einzige Ausnahme ist, dass er das Trägermedium direkt mit dem Steganogramm vergleicht.

Arten der Steganographie

Historisches

Ein etwas zeitraubendes Verfahren ist aus der Antike bekannt: Dort wurde einem Sklaven der Kopf geschoren und eine Nachricht auf die Kopfhaut tätowiert. Sobald die Haare wieder nachgewachsen waren, wurde der Sklave zum Empfänger geschickt.

Bekannte Beispiele sind auch Wachstafeln, die normalerweise in Wachs geritzte Botschaften enthalten. Im Gegensatz dazu wurden die geheimen Botschaften in das Holz darunter geritzt, das Wachs darüber gegossen und mit einer weiteren Botschaft versehen.

Weitere historische Beispiele sind nicht oder schwer erkennbare Wasserzeichen in Papier oder Banknoten.

Friedrich L. Bauer beschreibt einen Soldaten im Krieg, der seinen Eltern in seinen Briefen nach Hause jeweils durch den ersten Buchstaben nach der Anrede einen Buchstaben seines Aufenthaltsortes *Tunis* mitteilt. Dabei beachtet er nicht die (zufällig verschiedenen) Laufzeiten der einzelnen Briefe. Als seine Eltern einige Zeit später nachfragen, wo denn *Nutsi* liege, fliegt das an sich unauffällige Verfahren auf.

Es gibt zahlreiche klassische Methoden der Steganographie, u. a.:

- die „unsichtbare“ Geheimtinte (beispielsweise Zitronensaft)
- ein doppelter Boden in Paketen oder Briefumschlägen
- hohle Absätze von Schuhen und ähnliches
- der Mikropunkt
- geheimes Schreiben mit Licht: Stenographia
- das Einbetten einer Nachricht in einer anderen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle.

Technische Steganographie

Siehe auch: Computergestützte Steganographie

Beispiele dazu sind:

- Der Einsatz von Mikrofilmen ist aus älteren Krimis bekannt, wobei teilweise eine A4-Seite auf der Größe eines Schreibmaschinenpunktes versteckt werden kann. Ein solcher Punkt (in der Fachterminologie „Mikrat“ oder Mikropunkt genannt) lässt sich leicht verstecken.
 - Versteckte Tätowierung der Antike fällt unter diesen Begriff.
 - Kennzeichnung von Kopien oder Ausdrucken durch Machine Identification Codes.
-

Linguistische Steganographie

In Buch I und II von Johannes Trithemius' *Steganographia* (1499/1500) werden die einzelnen Buchstaben des geheimzuhaltenden Textes, zuerst in nicht substituierter Form, dann mittels monoalphabetischer Substitution, in einem vorgegebenen Rhythmus, oft unter Einschluss von Leeren, zu neuen Wörtern gestreckt, und diese neuen Wörter syntaktisch und grammatikalisch korrekt zu einem thematisch stimmigen Text verbunden. In Buch I und II von Trithemius' *Polygraphia* (1508/1515) müssen die die Buchstaben des Klartexts ersetzenden Wörter vom Chiffrierer nicht länger selbst erfunden werden, sondern werden seitenlang und tabellarisch als syntaktisch und grammatisch aneinanderfügbare linguistische Fertigbauteile vorgegeben: in P I folgen auf 24 Substantive im Nominativ 24 entsprechende Adjektive, dann 24 Partizipien, dann 24 Akkusativobjekte, dann 24 Prädikate, dann 24 Dativobjekte usw. wobei die Worttabellen je einmal pro Buchstabe, von links nach rechts zu benutzen sind. So ergibt z. B. die Chiffrierung von *lieber* unmittelbar den Text "Illustrator sapientissimus gubernans celestia concedat requirentibus". Der Satz "Salvator sapientissimus conseruans angelica deferat nobis charitas potentissimi creatoris" ist eine Chiffrierung des Wortes *Wikipedia*.

A	Deus	A	clemens
B	Creator	B	clementissimus
C	Conditor	C	pius
D	Opifex	D	piissimus
E	Dominus	E	magnus
F	Dominator	F	excelsus
G	Consolator	G	maximus
H	Arbiter	H	optimus
I	Iudex	I	sapientissimus
K	Illuminator	K	inuisibilis
L	Illustrator	L	immortalis
M	Rector	M	aeternus
N	Rex	N	sempiternus
O	Imperator	O	gloriosus
P	Gubernator	P	fortissimus
Q	Factor	Q	sanctissimus
R	Fabricator	R	incomprehensibilis
S	Conseruator	S	omnipotens
T	Redemptor	T	pacificus
V	Auctor	V	misericors
X	Princeps	X	miser cordissimus
Y	Pastor	Y	cunctipotens
Z	Moderator	Z	magnificus
W	Saluator	W	excellentissimus

Buchstaben-Wort-Substitutionstabelle zu Beginn von Buch I der *Polygraphia* von Johannes Trithemius^[1]

Spammimic^[2] ist ein Programm, das eine kurze eingegebene Nachricht in harmlos aussehenden Text verschlüsselt, der Spam ähnelt.

Nicetext verwandelt eine Binärdatei in pseudo-natürlichen Text. Dazu benutzt das Programm kontextfreie Grammatiken. Das Programm enthält ein Wörterbuch und Schreibstile. Das Wörterbuch enthält englische Wörter, die in fünf grammatische Typen klassifiziert sind (Artikel, Substantiv, Verb, Adjektiv, Präposition). Der Stil bestimmt die syntaktischen Regeln für verschiedene Satztypen. Ein einfacher Satz hat z. B. den Aufbau ART-SUBST-VERB-ART-SUBST.

Für die Transformation wählt der Kodierer einen Stil. Die Input-Bits dienen als Pointer auf die Wörter in den verschiedenen Klassen des Wörterbuchs. Die Dekodierung beruht auf einfacher reverser Codebook-Suche.

Beispiel zum Prinzip: Angenommen das Wörterbuch enthält vier Wörter in der Klasse ART (mit den binären Indizes 00 bis 11) und 32 Wörter in SUBST (mit den binären Indizes 00000 bis 11111). Die Eingabe sei die Bitfolge 0101110. Die ersten zwei Bit der Eingabe (01) werden durch das zweite Wort in ART ersetzt. Das nächste Wort entspricht dem 15. Wort in SUBST.

Semagramm

Eine Unterklasse der linguistischen Steganographie ist das Semagramm. Dabei werden durch kleine Details in einer an sich unverfänglichen Nachricht, einem Bild oder einer Zeichnung Informationen übertragen.

In einem Text können durch die Wahl unterschiedlicher Schriftarten die Zeichen einer geheimen Nachricht maskiert werden, wie beispielsweise die kodierten Zeichen in der ursprünglichen Form der Bacon-Chiffre. Allerdings sind diese kleinen Unterschiede auch für ein ungeübtes Auge deutlich sichtbar. Weniger auffällig sind beispielsweise die Verwendung von An- oder Abstrichen, kleinen Tintenpatzern, scheinbar hängenden Schreibmaschinen-Typen und Ähnliches.

Neben Textsemagrammen lassen sich in Bildern Nachrichten verstecken. So könnte die Länge von Grashalmen an einem Bachlauf ein Morsecode sein, die Zahl und Anordnung der Wolken in einer scheinbar von Kinderhand gezeichneten Landschaft für einen Buchstaben stehen. Der Versand einer Kiste mit Uhren kann ein Semagramm sein. Die Anordnung und Zeigerstellung könnten wichtige Informationen enthalten.

Open Code

Aufwändiger ist es, eine eigene Geheimsprache zu entwickeln. Zum Beispiel werden Geheimzeichen nach einem bestimmten Muster eingestreut. Der Vorteil dieser Verfahren ist, dass sie, anders als ein Semagramm, nicht so einfach von Dritten als Geheimnachrichten identifiziert werden können.

Maskierte Geheimschrift, Jargon-Code

Eine maskierte Geheimschrift ist eine Art Geheimsprache. Bestimmten Floskeln, Wörtern oder Zeichen wird eine besondere Bedeutung zugewiesen, diese muss vorher zwischen den Partnern vereinbart werden. Einige Ausdrücke solcher Geheimsprachen haben als Jargon auch schon Einzug in die Alltagssprache gehalten, man denke an:

- „Kohle“, „Kies“ → Geld
- „Loch“, „Häfen“ → Gefängnis
- „Stoff“ → Drogen
- „Ratte“ → Verräter

Unlautere Kartenspieler können durch Handzeichen angeben, ob, mit wem und was sie spielen wollen. Auch möglich sind Hinweise durch Sätze oder Wörter, die mit „H“ beginnen, welche darauf hindeuten könnten, dass „Herz“ gespielt werden soll. Je individueller ein solcher Code ist, desto unauffälliger ist er. Allerdings kann der erstellte oder gesprochene Text leicht gekünstelt und aufgebläht wirken.

Maskierte Geheimschriften sind anfällig gegen Zensur: Ein Zensor, der Texte inhaltsgleich zum Beispiel durch Verwendung von Synonymen neu schreibt, kann den geheimen Inhalt unwissentlich zerstören.

Getarnte Geheimschriften

Geheime Nachrichten so in einem Text zu verstecken, dass sie den normalen Textfluss nicht stören, kann aufwändig sein. Die geheimen Zeichen stehen nach einem bestimmten Muster in dem an sich unauffälligen Text, so könnte beispielsweise jedes zweite Zeichen nach einem Komma ein Buchstabe eines Geheimwortes sein. Beim Westerlinck- oder „eins, eins, eins“-Code wird die Geheimnachricht durch die Anzahl der Silben der Textwörter codiert.

Schablonen, die über einen Text gelegt werden und nur noch die relevanten Geheimwörter durchscheinen lassen, heißen Cardan-Gitter. Dies ist meist durch umständlichen Satzbau und eigenartige Wortwahl gekennzeichnet.

- *Siehe auch: Bibelcode.*
-

Verweise

Literatur

- Friedrich L. Bauer: *Entzifferte Geheimnisse, Methoden und Maximen der Kryptographie*. 3. Aufl. Springer, Berlin 2000, ISBN 3-540-67931-6 (früherer Titel *Kryptologie*).
- Eric Cole: *Hiding in Plain Sight. Steganography and the art of covert communication*. Wiley, New York 2003, ISBN 0-471-44449-9.
- Neil F. Johnson, Zoran Durić, Sushil Jajodia: *Information Hiding: Steganography and Watermarking - Attacks and Countermeasures*. Springer, Berlin u.a. 2001, ISBN 978-0-7923-7204-2.
- Fabien Petitcolas, Stefan Katzenbeisser: *Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking*. Artech House, Boston, Mass. 2000, ISBN 978-1-58053-035-4.
- Klaus Schmeh: *Versteckte Botschaften; Die faszinierende Geschichte der Steganografie*. Heise Verlag, Hannover 2009, ISBN 978-3-936931-54-9.

Weblinks

- Verschlüsselung (Kryptographie), Steganographie und Datenschutz ^[3] - Linksammlung Burkhard Schröders
- Die „information hiding“-Homepage ^[4] (engl.)
- On Public-key Steganography in the Presence of an Active Warden ^[5] (engl.)
- Eine Sammlung ungewöhnlicher Methoden um das mancherorts illegale Programm DeCSS unbemerkt zu verteilen ^[6] (engl.)

Einzelnachweise

- [1] Trithemius *POLYGRAPHIÆ LIBRI SEX*, Frankfurt 1550 (<http://daten.digital-sammlungen.de/~db/0002/bsb00026190/images/index.html?seite=71>).
- [2] Linguistische Steganographie mit Spammimic (<http://www.spammimic.com>)
- [3] <http://www.burks.de/krypto.html#Steganografie>
- [4] <http://www.cl.cam.ac.uk/~fapp2/steganography/>
- [5] <http://citeseer.ist.psu.edu/craver96publickey.html>
- [6] <http://www-2.cs.cmu.edu/~dst/DeCSS/Gallery/Stego/index.html>

Normdaten (Sachbegriff): GND: 4617648-2 (<http://d-nb.info/gnd/4617648-2>)

Quelle(n) und Bearbeiter des/der Artikel(s)

Steganographie *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=128233655> *Bearbeiter:* !aoniug, --, 4Li3N51, AF666, ALE!, Achim Raschka, Ahoek, Aka, Albtalkourtaki, Alex42, Alnilam, Anton-Josef, Armin P., Atamari, Auchwaswisser, Avoided, B-e-n, BKSlink, Bahnpirat, Bananenfalter, Bapho, Ben g, Ben-Zin, Birger Fricke, Björn Bornhöft, Bojan, Bombenleger, Brisbard, Cactus26, Camino7, Carbenium, Cerealkiller, Christiank, Chtaubе, Church of emacs, Cnagl, CommonsDelinker, Complex, Conversion script, Crux, DKrieger, Das emm, Der.Traeumer, Dominic Z., Don Magnifico, Drahreg01, Dschanz, DuaneHanson, Dunkelangst, ERabung, Erwin Schwendike, Fdik, Felix Stember, Filosof, Fiselgrulm, Friedemann Lindenthal, Frosty79, Frustraniti, Gangee, Geeschmidt, Georg-Johann, Gerbil, GillianAnderson, Gohnarch, Gsälzbär, Gut informiert, HAH, He3nry, Hermannthomas, Holger I., Howwi, Hubertl, Immanuel Giel, Ireas, IrrwahnGrausewitz, Is it now?, Jergen, Joux, Jpp, JuTa, Karl-Henner, Kubieziel, Kurt Jansson, LKD, Libro, Logicproblem, Magadan, MainFrame, MarioS, Martin Bahmann, Maynard, McKaot, MichaelSchoenitzer, Mjk, Moneybrother, Mononoke, Mr.Brainley, Much89, Nerd, Nerdі, Niehaus, Nikai, Norderney, OS, Observator, Ohrnwuzler, Olei, P. Birken, Paul Ebermann, Peter Littmann, Peter Wiegel, Peter200, PhilippWeissenbacher, Phrontis, Phrood, Pittimann, Priwo, Quilbert, Ralfk, Randolph33, Ronaldo, Ronnydotnet, Rorkhete, Salier100, Sargoth, Schlomo76, Schluderbacher, Schwarzrn, Se4598, Seewolf, Semper, Senfmann2, Sentry, Shoshone, Sigune, Small Axe, Soccus cubitalis, Sol1, Speck-Made, Stefan Birkner, Stefan506, Stephaela, Stern, Tattoo, Thodi9999, Thomas Willerich, Thorbjoern, Tinz, Tirolmundam, TobiasEgg, TobiasKlaus, Tom Jac, Turbobernd, Tuxman, VPiaNo, W!B:, WAH, WIKImaniac, Wdwd, WeißNix, Werddemer, Wikinger86, YMS, Yahp, YourEyesOnly, Zazazaza, Zeitan, Zeitlupe, Zero Thrust, Zinnmann, ZipoBibrok5x10^8, Zombi, proxy1.anon-online.org, 179 anonyme Bearbeitungen

Quelle(n), Lizenz(en) und Autor(en) des Bildes

Datei:Steganography original.png *Quelle:* http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Steganography_original.png *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Original uploader was Cyp at en.wikipedia

Datei:Steganography recovered.png *Quelle:* http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Steganography_recovered.png *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Original uploader was Cyp at en.wikipedia

Datei:Trithemius-Polygraphiae-71.jpg *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Trithemius-Polygraphiae-71.jpg> *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* Johannes Trithemius

Lizenz

Wichtiger Hinweis zu den Lizenzen
Die nachfolgenden Lizenzen bezieht sich auf den Artikeltext. Im Artikel gezeigte Bilder und Grafiken können unter einer anderen Lizenz stehen sowie von Autoren erstellt worden sein, die nicht in der Autorenliste erscheinen. Durch eine noch vorhandene technische Einschränkung werden die Lizenzinformationen für Bilder und Grafiken daher nicht angezeigt. An der Behebung dieser Einschränkung wird gearbeitet. Das PDF ist daher nur für den privaten Gebrauch bestimmt. Eine Weiterverbreitung kann eine Urheberrechtsverletzung bedeuten.

Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported - Deed
Diese "Commons Deed" ist lediglich eine vereinfachte Zusammenfassung des rechtsverbindlichen Lizenzvertrages (http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Lizenzbestimmungen_Commons_Attribution-ShareAlike_3.0_Unported) in allgemeinverständlicher Sprache.
Sie dürfen:

- das Werk bzw. den Inhalt **vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen**
- Abwandlungen und Bearbeitungen** des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:

- Namensnennung** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- Weitergabe unter gleichen Bedingungen** — Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch, vergleichbar oder kompatibel sind.

Wobei gilt:

- Verzichtserklärung** — Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die ausdrückliche Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.
- Sonstige Rechte** — Die Lizenz hat keinerlei Einfluss auf die folgenden Rechte:
 - Die gesetzlichen Schranken des Urheberrechts und sonstigen Befugnisse zur privaten Nutzung;
 - Das Urheberpersönlichkeitsrecht des Rechteinhabers;
 - Rechte anderer Personen, entweder am Lizenzgegenstand selber oder bezüglich seiner Verwendung, zum Beispiel Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen.
- Hinweis** — Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen alle Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten. Am einfachsten ist es, an entsprechender Stelle einen Link auf <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de> einzubinden.

Haftungsbeschränkung
Die „Commons Deed“ ist kein Lizenzvertrag. Sie ist lediglich ein Referenztext, der den zugrundeliegenden Lizenzvertrag übersichtlich und in allgemeinverständlicher Sprache, aber auch stark vereinfacht wiedergibt. Die Deed selbst entfaltet keine juristische Wirkung und erscheint im eigentlichen Lizenzvertrag nicht.

GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others. This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software. We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law. A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language. A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them. The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none. The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words. A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque". Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only. The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text. A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition. The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3. You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover

must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- **A.** Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- **B.** List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- **C.** State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- **D.** Preserve all the copyright notices of the Document.
- **E.** Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- **F.** Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- **G.** Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- **H.** Include an unaltered copy of this License.
- **I.** Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- **J.** Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- **K.** For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- **L.** Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- **M.** Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- **N.** Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- **O.** Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document

under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2

or any later version published by the Free Software Foundation;

with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled

"GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the

Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.