

Töpferofen

Der **Töpferofen** ist ein Ofen zum Brennen von Keramik - Irdenware, Faststeinzeug, Steinzeug, Fayence, Steingut und Porzellan.

Definition eines Töpferofens

“Enclosed or semi-enclosed chamber(s), usually relatively permanent or re-usable and non-portable, to hold ceramic materials during firing and to generate, contain, and channel heat for that purpose”

„Geschlossener oder halb geschlossener Brennraum, üblicherweise permanent und wiederverwendbar, nicht tragbar. Der Brennraum hat die Funktion während des Brandes das

keramische Material aufzunehmen und für den Brand die Hitze zusammenzuhalten und zu kanalisieren“

– Rice 1997, 254



Reste zweier liegender Töpferöfen mit Mittelzunge (Zweikammeröfen), Einbeck, Niedersachsen D, um 1200

Abgrenzung

Eine Vielzahl keramischer Produkte lässt sich in Öfen brennen. Dennoch handelt es sich im klassischen Sinn nicht in jedem Fall auch um einen holzbefeuerten, handwerklichen „Töpferofen“. Aus diesem Grund sollten folgende Ofentypen in eigenständigen Wikipedia-Kapiteln behandelt werden:

- Öfen der Tonpfeifenproduktion,
- Öfen der keramischen Manufakturen, keramischen Industrie bzw. Porzellanindustrie, wie z. B. liegende Wiener Porzellanöfen, Rundöfen mit aufsteigender oder überschlagender Flamme, rechteckige Öfen mit Seitenfeuerung, Muffel- bzw. moderne Tunnelöfen.
- Nebenöfen, z. B. zum Schmelzen bzw. Aufbereiten oder Fritten von Glasuren oder Glasurzutaten.
- Öfen der handwerklichen Ziegelherstellung bzw. Ziegelindustrie[1], wie z. B. oben offene Schachtöfen, Kammeröfen, Öfen mit Seitenfeuerung, Ringöfen (Kasseler Ofen) oder Tunnelöfen.

Arten des keramischen Brandes

Das Brennen von keramischen Gefäßen aus Ton erfolgte je nach Zeitstellung, Region der Erde oder nach Art und Umfang bzw. Spezialisierung der Produktion auf sehr verschiedene, z.T. sehr einfache Art:

- Offener Feldbrand (Meilerbrand, oberirdisch),
- Grubenbrand,
- Brand im Einkammerofen,
- Brand im stehenden oder liegenden Zweikammerofen.

Beim Brand im Einkammerofen befinden sich Feuerung und Brenngut in einer gemeinsamen Kammer oder unter einer Ofenkuppel. Feuerungsraum und Brennraum können schräg hintereinander angelegt oder durch eine kleine Stufe getrennt sein. Jedoch sind keine zusätzlichen trennenden Elemente (Feuergitter bzw. Ständer) zwischen Feuerung und Brenngut vorhanden.

Beim stehenden oder liegenden Zweikammerofen sind Feuerung und Brennraum bzw. Brenngut durch eine horizontale Loch- bzw. Schlitztenne oder eine senkrechte Ständerwand bzw. ein Feuergitter getrennt.

Grundsätzlich ist es ausreichend, wenn beim Brand der Keramik das chemisch gebundene Wasser bei spätestens 650 °C vollständig verdampft. Ab diesem Punkt ist die thermisch bedingte Veränderung irreversibel. Der Ton ist zum „Scherben“ geworden. Welche Art des Brandes oder welcher Ofentyp gewählt wird, ist zumindest teilweise davon abhängig, welche Art Keramik produziert werden soll, z. B.:

- Nicht gesinterte, schwach gebrannte Irdenware, zirka 650–800°C,
- Klassische Irdenware mit beginnender Sinterung, zirka 800–1050°C,
- Steinzeug und Porzellan mit vollständiger Sinterung, zirka 1100–1350°C.

Funktion eines Töpferofens

Als Funktionen eines Töpferofens können nach oben stehender Definition angesehen werden:

- Brenngut aufnehmen, Schaffung einer stabilen Lagerungsgrundlage – Ofensohle oder Tenne – für die Keramik beim Brand. Die Bauart der Tenne begrenzt dabei die Tragfähigkeit. Diese begrenzt zugleich die Stapelhöhe der eingesetzten Keramik und damit die Höhe des Brennofens und die Menge der gleichzeitig brennbaren Keramik.
- Hitzerzeugung, normalerweise durch Verbrennung.
- Hitzehaltung bzw. -speicherung und -leitung,
- Hitzeübertragung auf die zu brennende Ware.
- Kontrolle der Brennatmosfera (reduzierend, oxidierend).

Grundlegendes Problem aller historischen Töpferofen-Typen ist in diesem Zusammenhang die ungleichmäßige Verteilung und Übertragung bzw. Haltung der Spitztemperatur auf das gesamte Brenngut in allen Bereichen des Ofens. Das Temperaturgefälle innerhalb eines Ofens kann oft mehrere hundert Grad betragen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Der Art den Ofen einzusetzen, den Brand mit Hilfe von festen oder temporären Zügen im Brennraum oder Zuglöchern in der Ofenkuppel zu steuern oder der Fähigkeit bestimmte Partien des Ofens gezielt zu befeuern. Durch die Temperaturunterschiede werden Teile der Ofenladung möglicherweise über- oder unterfeuert (Fehlbrände). Variationen im Ofenbau sind u.a. der Versuch dieses Problem z. B. bei Porzellan- oder Steinzeugöfen zu beseitigen oder bei Töpferöfen gezielt zu nutzen. Dies kann einerseits durch eine Verengung von Ofenlängs- und Querschnitt erfolgen, andererseits durch einen speziellen Feuerungsbau (Pultfeuerung, Rostfeuerung). Die gleichzeitige Produktion von Steinzeug und Irdenware in Öfen in Bürgel, Waldenburg, Crinitz oder Duingen nutzt die Temperaturunterschiede im Ofen. Die Art den Ofen einzusetzen ist dabei für den Erfolg eines Brandes insgesamt mindestens so bedeutsam, wie das „Design“ des Ofens selbst. Dies wird oft unterschätzt.

Bestandteile von Töpferöfen

Um die oben genannten Funktionen erfüllen zu können, besteht ein zweikammeriger Töpferofen aus verschiedenen Teilen, die nicht immer alle gemeinsam vorhanden sein müssen.

- Arbeitsraum, auch als Arbeitsgrube, Heizergube oder Bedienungsraum bezeichnet. Kann auch als Aschengrube fungieren. Bei Steinzeugöfen im Westerwald heißt dieser Bereich „Schlondes“. Von hier aus wird beim Brand der Ofen eingefeuert.
- Feuerungskanal: Bereich der die Arbeits-/Heizergube mit dem Feuerungsraum verbindet.
- Feuerung oder Feuerungsraum: Ort der Verbrennung und Hitzeerzeugung, meist vor oder unter dem Brennraum, mit oder ohne Rostkonstruktion.
- Trennende Elemente zwischen Feuerungs- und Brennraum: Ortsfeste oder aus mobilen Kellensteinen oder Tonrollen gebildete Loch- oder Schlitztennen bei stehenden Öfen; Feuergitter aus Ton- oder Topfsäulen, senkrechte Ständerwand, mobile Kellensteine oder Tonrollen bzw. Tonbarren oder feste Ärmchen über den Zügen bei liegenden Öfen.
- Brennraum, mit oder ohne Überkuppelung: Bereich hinter oder oberhalb der trennenden Einbauten. Ist der Brennraum oben nicht fest geschlossen, so handelt es sich um einen Schachtofen, bei geschlossenem Brennraumgewölbe um einen Kuppelofen. Schachtofen können eine temporäre, mobile Abdeckung des Brenngutes aus Scherben und Fehlbränden oder anderem Material aufweisen.
- Züge, Schornsteine/Kamine, Lüftungs- oder Abzugslöcher: Entweichen der heißen Verbrennungsgase zur Erzeugung und Leitung des Zuges, um die Hitze durch den Ofen zu ziehen. Die Schornsteine/Kamine sind meist mit einem Schieber verschließbar.
- Salzlöcher: Öffnungen im Ofengewölbe zum Salzen der Ware bei Steinzeugöfen. Es kann aber auch über die Feuerungsöffnung gesalzen werden.

Ofentypen

In der keramiktechnologischen Literatur werden Töpferöfen und Öfen der keramischen Industrie seit dem späten 19. Jh. aufgrund verschiedener Kriterien unterschieden.

Nach der Art des Ofenbetriebs:

- Öfen mit periodischem bzw. diskontinuierlichem Brand. Hierzu gehören alle urgeschichtlichen und mittelalterlich-neuzeitlichen Öfen.
- Öfen mit kontinuierlichem Brand. Diese gibt es, sieht man von wenigen Vorläufern unter anderem in England, Frankreich und Deutschland (Brandenburg) ab, erst seit der Entwicklung (vor 1856) und Patentierung (27. Mai 1858) des Hoffmannschen Ringofens. Hierbei kann noch zwischen Öfen mit fortschreitendem Feuer (Ringöfen) und feststehendem Feuer (Tunnelöfen) unterschieden werden.

Nach der Art der Flammenführung:

- Ofen mit aufsteigender Flamme (vertikaler Zug von unten nach oben). Dies sind alle „stehenden“ Töpferöfen, aber auch die ältesten Typen der Rundöfen bzw. rechteckigen Öfen mit Seitenfeuerung.
- Ofen mit diagonal/horizontaler Flamme, oft, aber nicht zwingend in Verbindung mit einem Schornstein (horizontaler Zug). Dies sind alle „liegenden“ Ein- oder Zweikammeröfen.
- Ofen mit abwärtsgerichteter sog. „überschlagender Flamme“ in Verbindung mit unterschiedlichen Schornstein- oder Zugkonstruktionen (vertikaler Zug von oben nach unten). Dies sind einerseits Rundöfen, aber auch Öfen mit Seitenfeuerung.
- Muffelöfen, bei denen die Flammen und die Heizgase den Brennraum nur umspülen oder in Röhren (römische Terra sigillata-Produktion) durchziehen. Diese können mit aufsteigender oder überschlagender Flamme gebaut werden.

In der europäischen Ethnologie/Ethnoarchäologie, der Ur- und Frühgeschichte bzw. Mittelalter- und Neuzeitarchäologie gibt es zusätzliche Einteilungen.

Die Anzahl der hintereinander oder übereinander angeordneten und durch Einbauten getrennten oder auch ungetrennten Ofenteile bzw. „Kammern“ aus denen der Ofen besteht, führt zu einer Einteilung in:

- Einkammeröfen. Das Brennmaterial und die Keramik befinden sich in derselben Kammer, manchmal durch eine kleine Stufe getrennt.
- Zwei- bzw. Mehrkammeröfen. Meist handelt es sich um zwei Kammern, das heißt der Ofen ist getrennt in einen Feuerungs- und einen Brennraum. Vor allem bei asiatischen Öfen kommen auch mehr Kammern vor.

Weiterhin kann unterschieden werden nach der Art, wie die waagerechte Loch- oder Schlitztenne konstruiert ist (ortsfest oder mobil) bzw. getragen wird (zum Beispiel mit Mittelpfeiler, einfacher oder doppelter, axial angeordneter Mittelzunge oder Mittelständer, Gurtbögen, Tonnengewölbe, etc.), ob die Feuerung leicht vorgezogen (vorgebaut) oder untergebaut (untergeschoben) ist oder ob es sich um eine zweiseitige Feuerung oder radial angeordnete Feuerungen handelt.

Nach der Art der Anordnung von Feuerungs- und Brennraum bzw. der Lage des trennenden Elements bei Mehrkammeröfen unterscheidet man in:

- Stehende Öfen unterschiedlicher Grundrißgestalt. Der Feuerungsraum und der Brennraum sind übereinander angeordnet, getrennt durch eine Loch- oder Schlitztenne unterschiedlichster permanenter oder mobiler Konstruktionsweise, der Zug der Flammen verläuft vertikal.
- Liegende Öfen. Der Feuerungsraum und Brennraum sind hintereinander angeordnet, horizontal oder schräg ansteigend, ohne oder mit fest eingebautem Trennelement in Form von Tonsäulen, Topfsäulen, Feuergitter oder Ständerwand. Je nachdem, ob trennende Elemente vorhanden sind oder nicht, müßte man eigentlich von liegenden Ein- oder Zweikammeröfen sprechen. Die Öfen besitzen einen diagonalen oder horizontalen Zug. Neuzeitliche Steinzeugöfen mit untergeschobener Feuerung, die allgemein zu den liegenden Öfen geschlagen werden, stellen in der Realität eine Mischform dar, bei der ein Teil des Brennraumes eigentlich als stehend einzustufen wäre, während der hintere Teil mit den Zügen deutlich liegt.

Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass sich angesichts der enormen technologischen Variabilität der Töpferöfen vom 5.–20. Jahrhundert keines der genannten Klassifikationssysteme konsequent anwenden lässt. Am Besten stützt man sich auf die in der Literatur eingeführte Trennung in „stehende“ und „liegende“ Öfen in Verbindung mit der Angabe des Zugsystems des jeweiligen Ofens, obwohl dies nicht für alle beobachteten Ofentypen zu einer zufriedenstellenden bzw. eindeutigen Einordnung führt.

Geschichte

Ursprünglich wurde Ton im Freien unter der Anhäufung vom Brennmaterial gebrannt, später geschah dies auch in Backöfen. Gewöhnlich wurde in der Fayence-, Steingut- und Porzellanherstellung ein aufrecht stehender Ofen für unterbrochenen Betrieb verwendet, zum Beispiel ein Etagenofen für Kohlefeuerung. Dieser hat drei durch starke Gewölbe getrennte Etagen, von denen die beiden untern zum eigentlichen Brennen der Tonwaren dienen, wogegen diese in den oberen Raum nur zum Ausglühen eingestellt werden. Durch Kanäle treten die Heizgase in die gewölbten Räume, wo Sie die aufgestapelten Tonwaren umspülen, um dann durch die Öffnung in den Deckengewölben nach oben in den Abkühlungsraum zu steigen und schließlich durch den Schlot abzuziehen. Die zum Eintragen des Materials in jeder Etage vorhandenen Türen werden, wenn der Ofen angeheizt werden soll, vermauert. Zweckmäßiger sind Öfen, in denen im ersten Brennraum die Flammen zunächst aufwärts schlagen, alsdann durch die Ofensohle abgesaugt und in Kanälen in der äußeren Wand nach den oberen Etagen geführt werden, welche sie dann nur von unten nach oben durchstreifen. Während größere Tonwaren direkt übereinander auf den Boden der Ofenkammer gesetzt werden, werden feinere Waren in Kaspeln (Muffeln) aus einem Schamotte-ähnlichen Material aufeinander gestellt, um sie vor Verunreinigung zu schützen und vor

Formveränderungen zu bewahren.

Aufbau

Mindestens seit dem 4. Jahrtausend v. Chr. sind die Töpferöfen mit Lochtenne und Kuppel im Vorderen Orient bekannt. So wurde 1977 bei Ausgrabungen der antiken Stadt Mumbaqt in Syrien außerhalb der Befestigungsanlage ein Töpferofen am Euphratufer aufgefunden und dokumentiert. Es handelt sich bei dem Ofen um eine Bauart, bei der mittels einer Lochtenne Feuer- und Brennkammer voneinander getrennt sind. Die Töpferware steht auf der Lochtenne oberhalb der zirka 80 cm hohen Feuerkammer (Hölle) und wird nur den heißen Rauchgasen, nicht aber dem unmittelbaren Feuer ausgesetzt. Nach jedem Brennvorgang musste zur Entnahme der Töpferware die gemauerte Kuppel über der Brennkammer zerstört werden. Die Feuerkammer mit einer Abmessung von 1,00 × 2,60 m, wobei 60 cm



Lochtenne eines keltischen Töpferofens von Osterhofen-Schmiedorf.

an der Befeuungsöffnung in Längsrichtung hinausragte wurde durch ein Gewölbe aus Lehmziegel gebildet über das in der Brennkammer Bodenplatten aus gebrannten Ziegeln in der Größe von 53 × 35 × 10 cm verlegt wurden (Lochtenne). Die mittig unter der Brennkammer in Längsachse befindliche Feuerkammer hatte die Abmessung 1,00 × 2,60 m, wobei 60 cm über die Brennkammer hinausragten und die Wände konisch auf das ovale Feuerungsloch mit der Abmessung rund 30 cm breit und 60 cm hoch zuliefen. Die Rauchgase strömten von der Feuerkammer über Seitenkanäle durch Öffnungen an den Rändern der Lochtenne in die Brennkammer. Die Heißluftkanäle und -öffnungen waren symmetrisch angeordnet, ursprünglich 10 Kanäle mit insgesamt 16 Öffnungen.

Der zirka 1,60 m hohe griechische Töpferofen war aus Ziegeln errichtet und kuppelförmig mit einem Luftloch am Scheitel versehen. Oberhalb der Feuerung lag eine Lochtenne, auf der die Töpferware während des Brennvorganges abgestellt wurde. Man legte Tonscherben ein, die als „Teststücke“ Rückschlüsse auf den fortschreitenden Brennvorgang erlaubten. Die Temperatur wurde vom Töpfer am Aussehen des Feuers abgelesen.

Literatur

- G. Delcroix , J.L. Huot: *Les fours dits „de Portier“ dans l'orient ancien*. Syria 49 (1972), S. 35 ff.
- W. Orthmann : *Töpferofen mit Lochtenne und Kuppel*. Halawa 1977-79, Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde 31, Bonn 1981, S. 61–62
- E. Kretz: *Ein Töpferofen mit Lochtenne und Kuppel in Mumbaqt*. Festschrift Martin Graßnick. Kaiserslautern 1987. S. 267–270.
- A. Maurer: *Stadplananlage Mumbaqt am Syrischen Euphrat, Ergebnisse der Ausgrabungen 1977*, Philologus Verlag Basel 2007.
- Prudence M. Rice: *The prehistory and history of ceramic kilns*. In: Proceedings of the Prehistoric and Historic Ceramic Kilns, vorgetragen am 98. Annual Meeting of the American Ceramic Society im Jahr 1996 in Indianapolis, Indiana, 14.–17. April 1996 (Ceramics and civilization, vol. 7), Westerville, OH 1997.

Für Mitteleuropa und mit Literatur zu Kapitel 1–5 vgl. jetzt:

- Andreas Heege, *Töpferöfen - Pottery kilns - Four de potiers*. Die Erforschung frühmittelalterlicher bis neuzeitlicher Töpferöfen (6.-20. Jh.) in Belgien, den Niederlanden, Deutschland, Österreich und der Schweiz. Basler Hefte zur Archäologie 4. Basel 2007 (2008).

Siehe auch

- Brennofen
- Keramik
- Töpferei

Referenzen

[1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Backstein>

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

Töpferofen *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=71143064> *Bearbeiter:* 32X, Alfred Werner Maurer, Andreas Rupert, Blaufisch, Chpfeiffer, Dinah, Geof, Gregor Bert, HaSee, Itti, JFKCom, Karsten11, RobertLechner, Tris L, Trg, WolfgangRieger, 1 anonyme Bearbeitungen

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

Bild:Nieders_Einbeck_NegenbWeg_Ofen4-5_FotoHeege.jpg *Quelle:* http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Nieders_Einbeck_NegenbWeg_Ofen4-5_FotoHeege.jpg *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Benutzer:Andreas Rupert

Datei:Lochtenne eines Töpferofens von Osterhofen-Schmiedorf.JPG *Quelle:* http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Lochtenne_eines_Töpferofens_von_Osterhofen-Schmiedorf.JPG *Lizenz:* Creative Commons Attribution 3.0 *Bearbeiter:* Wolfgang Rieger

Lizenz

Wichtiger Hinweis zu den Lizenzen

Die nachfolgenden Lizenzen beziehen 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 „Creative 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 „Creative 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; in 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 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 or 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.