Römische Zahlen

Begleitheft für Lehrerinnen und Lehrer

XIV

Begleitheft
für Lehrerinnen und Lehrer
zum Unterrichtsprogramm
Römische Zahlen

von K. Mäder
überarbeitet von Christian Rohrbach

Ein an der Fachstelle PU des Pestalozzianums Zürich
entwickeltes und erprobtes Unterrichtsprogramm

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhalt des Unterrichtsprogramms	1
Adressatenkreis und Verwendung des Programms	1
Lernziele und Vorkenntnisse	1
Umfang und Zeitaufwand	1
Gliederung des Unterrichtsprogramms	1
Hinweise und zugrundeliegende Regeln	2
Methodische Empfehlungen	3
Testaufgaben (mit Lösungen)	5
Erprobungsresultate	5
Überarbeitung	7
Anhang: Kopiervorlagen für die Testserien A und B	

Graphische Gestaltung: Hans Queck

© Lehrmittelverlag des Kantons Zürich, 4. Ausgabe 2002, unverändert (1994)
Printed in Switzerland
ISBN 3-906744-90-6
www.lehrmittelverlag.com

Inhalt des Unterrichtsprogramms

Mit dem vorliegenden Programm soll Schülerinnen und Schülern der 5. – 7. Klasse Gelegenheit geboten werden, selbständig (d.h. weitgehend ohne Hilfe der Lehrerin respektive des Lehrers und in individuellem Lerntempo) die verschiedenen römischen Zahlzeichen kennenzulernen.
Das Programm zielt primär darauf ab, die Schulkinder zur Übertragung römischer Zahlen (z.B. Jahreszahlen an historischen Bauten) in unser arabisches Zahlen- bzw. Ziffernsystem zu befähigen.
Umgekehrt sind in einigen wenigen Aufgaben auch arabische in römische Zahlen zu «übersetzen».
Auf die Vorteile eines Zahlensystems mit Stellenschreibweise, wie etwa unser arabisches System, wird in einer kurzen Sequenz hingewiesen, ohne allerdings dieses Thema erschöpfend zu behandeln.

Adressatenkreis und Verwendung des Programms

Das Programm richtet sich an Schülerinnen und Schüler des 5. bis 7. Schuljahres. Es kann als Einstieg in den Stoffbereich oder auch als Beispiel zum Themengebiet «andere Zahlensysteme» verwendet werden.
Der kleine Umfang des Programms trägt der beschränkt zur Verfügung stehenden Zeit für die Behandlung dieses Stoffgebietes in der Schule Rechnung.

Lernziele und Vorkenntnisse

Nach der Durcharbeitung des Programms sollen die Lernenden

1. die den römischen Zahlzeichen entsprechenden arabischen Zahlen nennen können;
2. römisch geschriebene Zahlen ohne Hilfe ins arabische Zahlensystem übertragen können.

Folgende Kenntnisse werden vorausgesetzt:
Die Lernenden müssen im Zahlenraum von 0 bis 10 000 ganze Zahlen addieren und subtrahieren können.
Den Unterschied zwischen Zahl und Ziffer (Zahlzeichen) sollten die Lernenden kennen. Das Programm nimmt jedoch nie darauf Bezug.

Umfang und Zeitaufwand

Wie die Resultate der Erprobung des Programms mit über 100 Schülern und Schülerinnen zeigten, kann damit gerechnet werden, dass etwa die Hälfte nach 120 Minuten und etwa drei Viertel der Lernenden nach gut 150 Minuten mit der Programmarbeit fertig sind.

Gliederung des Unterrichtsprogramms

(LE = Lerneinheit)

LE 1 – LE 34	Einführung der römischen Zahlzeichen: I, V, X, L, C, D, M
35 – 42	Anfügen von Zahlzeichen rechts: XI, ML, VI etc.
43 – 53	Anfügen von Zahlzeichen links: IX, IV, CM etc.
54 – 63	Verbindung beider Arten und Übungen
64 – 68	kurze Betrachtung über die Stellenschreibweise von Zahlen
69 – 70	Repetition

Im Programm selber sind keine Unterbrüche eingeplant. Mit obiger Gliederung jedoch lassen sich Teilziele für die Arbeit in der Schule oder für die Hausaufgaben festlegen.

Hinweise und zugrundeliegende Regeln

Das Wesen unseres Zahlensystems tritt wohl dann am deutlichsten zutage, wenn man es mit anderen Systemen vergleicht. Dies mag mit ein Grund sein, warum auch in den neuen Rechenbüchern für die Sekundar- und Realschulen im Kanton Zürich, «Arithmetik und Algebra 1» und «Mathematik 8» je ein Abschnitt über römische Zahlen aufgenommen wurde.
Vielfach werden die Kinder in der angegebenen Altersstufe bereits mit anderen Zahlensystemen (vielleicht auf mehr spielerische Art) bekannt gemacht worden sein, etwa mit dem Zweier-, dem Dreier- oder dem Zwölfersystem (Dutzend, Zeitmasse).
Der entscheidende Unterschied solcher Systeme zum römischen liegt in der Stellenschreibweise. Um diesen Vorteil unseres Zahlensystems einsehen zu können, müssen die Lernenden allerdings mindestens die römischen Zahlen «lesen» können. Diese Fähigkeit soll ihnen das Programm vermitteln. Weiter allerdings geht der Inhalt des Programms nicht: der Vorteil der Stellenschreibweise in einem Zahlensystem wird nur kurz gestreift. Hier muss der übliche Klassenunterricht weiterfahren, sofern das angeschnittene Thema vertieft werden soll.
Alle römischen Zahlen im Programm sind nach folgenden Regeln geschrieben:

Regeln

① Steht ein römisches Zahlzeichen **rechts** neben einem gleich- oder höherwertigen, so wird sein Wert addiert.

z.B. VI = 5 + 1 = 6

② Steht ein römisches Zahlzeichen **links** neben einem höherwertigen, so wird sein Wert subtrahiert.

z.B. XC = 100 − 10 = 90

③ a) Mehr als 3 gleiche Zeichen sollen nicht aneinandergereiht werden. Die einzige Ausnahme ist M.

z.B. 9 = IX, nicht VIIII

b) V, L, D dürfen in einer Zahl nur einmal vorkommen.

z.B. 150 = CL, nicht LLL

④ Zeichenkombinationen, bei denen eine Zahl zu subtrahieren ist, werden nur die folgenden zugelassen:

IV, IX } I nur vor V und X

XL, XC } X nur vor L und C

CD, CM } C nur vor D und M

z.B.	95 =	XCV	nicht VC
	49 =	XLIX	nicht IL
	999 =	CMXCIX	nicht IM

Nicht gestattet ist also auch, dass mehr als 1 Zahlzeichen links neben einem höherwertigen steht.

z. B. 91 = XCI, nicht IXC (was auch 89 bedeuten könnte).

⑤ Zahlzeichen mit niederem Wert sollen in einer Zahl möglichst weit rechts stehen.

z. B. 39 = XXXIX, nicht XXIXX, nicht XIXXX und nicht IXXXX

Bemerkungen zu diesen Regeln
Mit obigen Regeln werden verschiedene Notationen, die man hie und da antrifft (z. B. Duden, Band 9 «Hauptschwierigkeiten», 1965), nicht mehr möglich:

99 = XCIX	und nicht IC
47 = XLVII	und nicht VLII
1999 = MCMXCIX	und nicht MIM oder MCMIC
949 = CMXLIX	und nicht CMIL
4 = IV	und nicht IIII, was auf vielen Kirchturmuhren zu sehen ist.

Die Römer selber hielten sich nicht streng an Regeln; IC (statt XCIX) oder IIII (statt IV) waren zum Beispiel auch gebräuchlich.

Die oben angegebenen Regeln ① und ② reichen aus, um römisch geschriebene Zahlen ins arabische System umzuwandeln, nicht aber für das Umgekehrte.

Methodische Empfehlungen

Die Struktur des Programms und sein eng abgegrenzter und beschränkter stofflicher Inhalt erlauben eine optimale Integrierung in den übrigen Unterricht.

Folgender **Lernalgorithmus** ist empfehlenswert:

– Einstimmung	Lehrerin/Lehrer
– Die römischen Zahlzeichen	Programm (LE 1 – LE 34)
– Schreibweise der römischen Zahlzeichen und Unterschied zwischen Zahl und Ziffer (Zahlzeichen)	Lehrerin/Lehrer
– Zahlen römisch geschrieben	Programm (LE 35 – LE 70)
– Römische Schreibweise von Zahlen grösser als 4000; Zusammenfassung; Repetition; Stellenschreibweise etc.	Lehrerin/Lehrer

Vorbereitung auf die Programmbearbeitung
Das Unterrichtsprogramm lässt sich im Klassenunterricht oder aber (abschnittweise) als Hausaufgabenpensum einsetzen. Dessen ungeachtet scheint es wertvoll, wenn die Lernenden auf die Programmbearbeitung vorbereitet werden. Bei erstmaligem Einsatz eines Unterrichtsprogramms ist eine solche Einleitung (unter anderem z. B. Bearbeitung der ersten zwei Lerneinheiten in der Klasse alle miteinander), die auch arbeitstechnische Möglichkeiten und Hilfen aufzeigen sollte, absolut unerlässlich. So ist es z. B. sinnvoll, dass die Lernenden ein Antwortheft führen. Dieses Arbeitsheft ist bei klarer Gliederung und übersichtlicher Gestaltung für die Schülerinnen und Schüler insofern eine Hilfe, als sie ihre Arbeit ohne wesentliche Schwierigkeiten an jeder beliebigen Stelle unterbrechen oder anhand der aufgezeichneten Antworten eine zurückliegende Information wiederfinden bzw. den Gedankenablauf des Programms rekonstruieren können. In der Vorbereitung auf die Programmbearbeitung ist auf die grundsätzliche Bedeutung der eher negativ beurteilten Protokollarbeit im Antwortheft hinzuweisen.

Der Lehrmittelverlag liefert ein vorstrukturiertes Antwortheft.

Zur Bearbeitung des Programms
Erfahrungen zeigen, dass sich die Lernenden bei der Durcharbeitung eines Programms gerne in eine gewisse Wettbewerbsstimmung versetzen lassen.
Diesem unerwünschten **zeitlichen Wettbewerb** könnte durch entsprechende Hinweise im Verlauf der Vorbereitung auf die Programmbearbeitung präventiv begegnet werden. Den Lernenden sollte klar sein, dass nicht unbedingt diejenigen besser arbeiten, die schneller fertig sind. Ein Vorteil des Programmierten Unterrichts besteht ja gerade darin, dass jede Schülerin und jeder Schüler individuell nach dem eigenen Lerntempo den Stoff erarbeiten kann.
Darüber hinaus ist es wertvoll, wenn die Lehrerin respektive der Lehrer neben der Funktion als Auskunftsperson während der Programmbearbeitung die Lernenden beobachtet und die Beobachtungen in die Schlussbesprechung einbringt.
Die Programmbearbeitung kann durchaus durch **Sozialphasen** unterbrochen werden, in welchen z.B. gewisse Lernprozesse nochmals überdacht und gefestigt werden. Freilich ist dabei zu vermeiden, dass die Schülerinnen und Schüler durch den Einschub aus einem Komplex herausgerissen werden. Dies bedeutet, dass solche Besprechungen in der Regel **vor** Beginn einer neuen Sequenz (vgl. Gliederung des Unterrichtsprogramms S. 1) eingeschoben werden sollten.
Insbesondere ist es von Vorteil, wenn etwa nach der Bearbeitung der ersten 34 Lerneinheiten kurz auf die klare Schreibweise der römischen Zahlzeichen eingegangen wird. Besonders der Unterschied von I, V und X zu den analogen, meist gleich geschriebenen Buchstaben des Alphabets ist aufzuzeigen.
Ausserdem kann der Unterschied zwischen Zahl und Ziffer oder Zahlzeichen (nochmals) behandelt werden, verwendet doch das Programm diese Begriffe immer wieder.

Die Nacharbeit
Die Lernprogrammen eigentümliche Auflösung von Lerninhalten in kleine Schritte macht es wünschbar, dass die wesentlichen Informationen nochmals festgehalten und mit bisherigen Kenntnissen und Fertigkeiten verknüpft werden. Diese **Vertiefung** wird die Schülerinnen und Schüler in besonderem Masse ansprechen, wenn sie sich als methodische Alternative von den im Programm geforderten Lernaktivitäten deutlich abhebt.
Im Anschluss an das Programm «Römische Zahlen» sind z.B. denkbar:

1. Weitere Betrachtungen über den Vorteil eines Zahlensystems mit Stellenschreibweise.
   (Vgl. LE 64 – LE 68 im Programm!)
2. Andere Zahlensysteme:
   zum Beispiel die ägyptischen und babylonischen Zahlzeichen.
3. Kurze Schilderung der geschichtlichen Herkunft unserer Zahlwörter und -zeichen.
4. Unterschied zwischen der Schreibweise der sogenannten arabischen Ziffern in arabischen Ländern und in Europa etc.
5. Genaueres Erarbeiten der Regeln ③, ④ und ⑤, die erst das exakte «Übersetzen» von arabisch geschriebenen Zahlen in die römische Notation ermöglichen. (Z.B. in Gruppenarbeit, vielleicht mit Hilfe der folgenden Lerneinheiten des Programms, die diese Regeln erwähnen: LE 48 (Antwort), LE 49, LE 50 (Antwort), LE 51, LE 57 (Antwort), LE 61, LE 63.)
6. Wie werden grosse Zahlen (über 4000) römisch geschrieben?
   (Vgl. dazu LE 64 im Programm!)

Testaufgaben

Es liegen zwei parallele Testserien vor. Sie wurden als Vor- und Nachtest konzipiert, um den Lernzuwachs messen zu können. (Vgl. Erprobungsresultat S. 6 f.).
Grundsätzlich aber können beide Tests auch gleichzeitig als Nachtest verwendet werden. Die Testblätter sind hier am Schluss des Begleithefts als Kopiervorlage angefügt. Sie verletzen also kein Copyright, wenn Sie davon eine Klassenserie vervielfältigen.
Diese Tests sollen jedoch nicht in erster Linie zur Qualifikation der Lernenden dienen; vielmehr handelt es sich um lernziel-orientierte Tests, die die Lernenden dahingehend prüfen sollen, ob sie die angegebenen Lernziele erreicht haben. Erwünscht wäre also, dass alle Schülerinnen und Schüler alle Aufgaben richtig lösen können. Deshalb streuen die Resultate wenig, was allerdings eine objektive Notengebung erschwert.

Lösungen

Serie A (Vortest)	**Serie B** (Nachtest)
4	19
26	26
67	68
329	324
714	719
244	244
1926	1929
1729	1727
388	388
966	976
150	1010
96	97
CIX	LIV

Erprobungsresultate

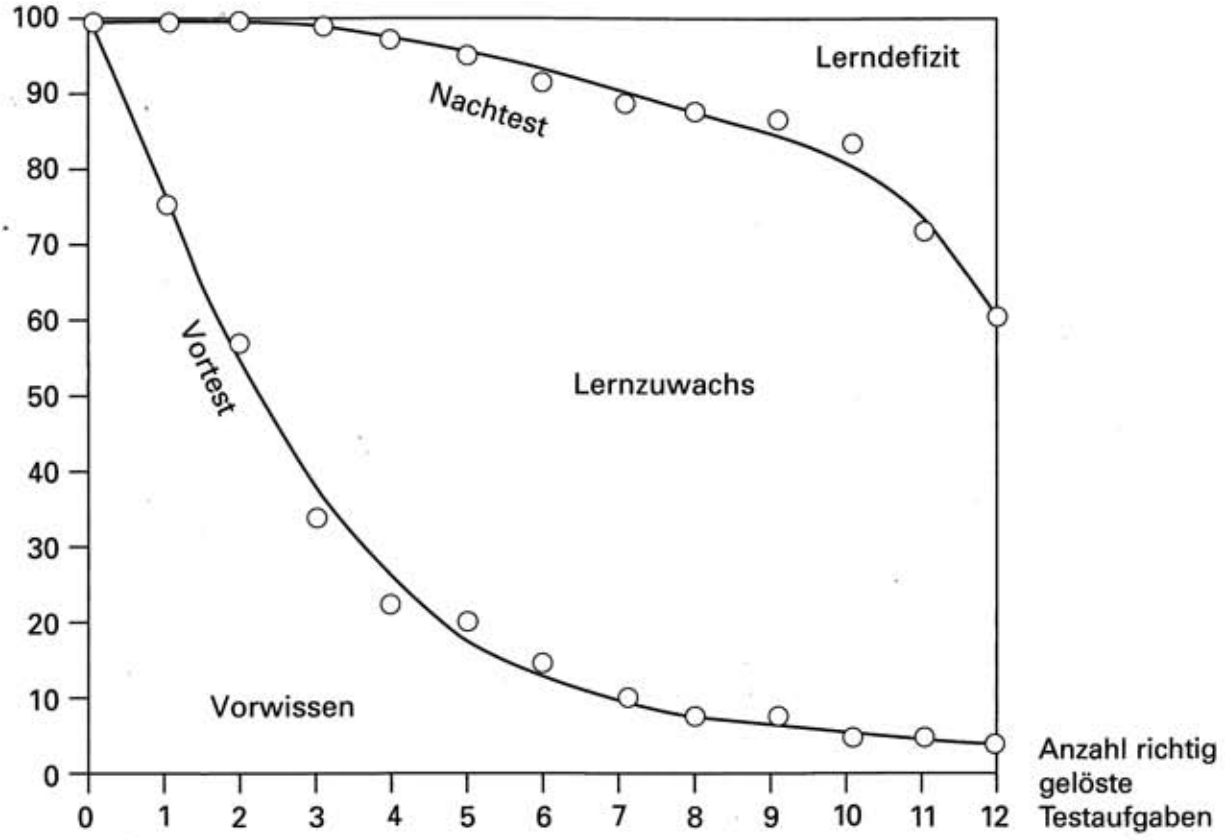
1. Allgemeines

Die Erprobungsresultate wurden im PU-Bulletin Nr. 9 der Fachstelle PU am Pestalozzianum Zürich im Mai 1975 veröffentlicht. Nachstehend werden nur die wichtigsten Resultate der Erprobung aufgeführt.
Die Erprobungsfassung des Programms wurde bis anfangs 1975 von über 10 Lehrerinnen und Lehrern getestet.

2. Anzahl der an der Evaluation beteiligten Schülerinnen und Schüler

	Knaben	Mädchen	Total
1. Sekundarklasse	30	21	51
5. Primarklasse	57	61	118
6. Primarklasse	17	18	35
Total	104	100	204

3. Blake-Diagramm
Kumulierte Häufigkeiten über die Verteilung der Punktzahlen im Vor- und Nachtest



Der Lernzuwachs ist verglichen mit anderen Programmen erstaunlich gross, Lerndefizit und Vorwissen sehr klein.
Die durch die Testaufgaben vorgegebenen Lernziele werden vom Programm demnach optimal abgedeckt und von den Lernenden äusserst gut erreicht.

4. Lernzuwachs

	Nach McGuigan			**Nach Lindner**		
	Knaben	Mädchen	Total	Knaben	Mädchen	Total
1. Sekundar	95.3	98.4	96.9	46.6	73.8	58.0
5. Primar	86.9	77.3	81.7	70.8	68.6	69.7
6. Primar	77.8	87.0	82.6	60.3	72.1	66.2
Total	86.9	82.9	84.8	62.2	70.3	66.2

Formel nach McGuigan: $\frac{N - V}{M - V}$

Formel nach Lindner: $\frac{N - V}{M}$

wobei N = Nachtestwert = Summe der erreichten Punktzahlen aller Lernenden im Nachtest
V = Vortestwert
M = Maximalwert = maximale Punktzahl × Anzahl Lernende

Im Vergleich mit den Schülerinnen und Schülern der Primarschule erreichten nach McGuigan jene aus der Sekundarschule den höchsten Lernzuwachs (96,9); nach Lindner aber sind mit 69,7 die Schülerinnen und Schüler der 5. Primarklasse an der Spitze. Hier macht sich deutlich das vermutlich kleine, aber doch vorhandene Vorwissen der Lernenden auf der Oberstufe bemerkbar. In McGuigan's Formel wird dies berücksichtigt.
Allgemein fallen die sehr hohen Werte in allen drei Stufen auf.
Das Programm lässt sich also mit Erfolg sowohl in der 5. und 6. Primarklasse, als auch in der 1. Sekundar- und vermutlich auch Real- und Oberschule einsetzen.

5. Urteile der Lehrkräfte

- Die meisten, nämlich 7 Lehrkräfte, liessen die Schüler und Schülerinnen zum Teil in der Schule, aber auch zu Hause am Programm arbeiten.
- Das Verhalten der Lernenden wird ohne Ausnahme als interessiert, eifrig, konzentriert und ruhig angegeben.
- Als Unterschied zwischen «guten» und «schlechten» Lernenden wurde meist das unterschiedliche Arbeitstempo erwähnt, was ja in der Zielsetzung des PU durchaus auch erwünscht ist.
- Der Lernerfolg wird von 4 Lehrerinnen respektive Lehrern gleich wie beim konventionellen Unterricht, von 3 besser oder sogar wesentlich besser eingestuft.
- Etwa die Hälfte der Lehrerinnen respektive Lehrer liess die Lernenden nur mit dem Programm arbeiten, viele aber gaben kurze Einführungen und Erklärungen ab und/oder machten Ergänzungen.
- Der Zeitaufwand für die Programmarbeit wurde meist als «höher als beim konventionellen Unterricht» charakterisiert, dafür seien die Lehrkräfte selber etwas weniger (3) oder sogar wesentlich weniger (5) beansprucht gewesen.
- Daneben ergab die Auswertung der Fragebogen für Lehrerinnen und Lehrer sehr wichtige Hinweise auf Unklarheiten und Mängel, die bei der Überarbeitung berücksichtigt werden konnten.

6. Beurteilung

Das Programm «Römische Zahlen» ist ein sehr gut gelungenes Unterrichtshilfsmittel, das mit grossem Erfolg zwischen dem 5. und 7. Schuljahr eingesetzt werden kann und das allen Anforderungen an ein Unterrichtsprogramm gerecht wird.

Überarbeitung

Neben graphischen und stilistischen Änderungen ist bei der Überarbeitung folgendes abgeändert oder ergänzt worden:

- Vereinheitlichung der Schreibweise der römischen Zahlen nach den obigen Regeln (S. 2 f.).
- Die Regeln ① und ②, die im Programm eingeführt werden, sind einheitlich mit den Worten «links» und «rechts» notiert.
- Hinweise auf die übrigen Regeln wurden z.T. eingeflochten, insbesondere ist eine LE für die Regel ④ eingebaut worden (LE 63), wobei es den Schülerinnen und Schülern allerdings freigestellt wird, diesen Programmteil zu überspringen.
- Auf die Vorzüge der Stellenschreibweise gehen nur fünf LE ein (alte Fassung: eine LE). Hier dürfte die Nacharbeit am vorteilhaftesten einsetzen.
- Es wurden mehr Beispiele und Übungen eingebaut.

– Neben dem Programm sind folgende Begleitmaterialien bereitgestellt:

Antwortheft für Schülerinnen und Schüler
2 Testserien (hier im Anhang)
Begleitheft für Lehrerinnen und Lehrer

Die vorliegende überarbeitete Fassung nun wurde in den Monaten August bis November 1975 erneut von 10 Klassen erprobt. Von 155 Schülerinnen und Schüler liegen die zahlenmässigen Erprobungsresultate vor; alle 10 Lehrerinnen und Lehrer beurteilten diese neue Fassung des Programms mittels eines Fragebogens. Die Erprobungsresultate sind durchwegs noch besser als die oben vorgestellten aus der Erstevaluation. Die Urteile der Lehrerinnen und Lehrer sind ohne Ausnahme positiv ausgefallen.

Weitere Informationen zum Programm «Römische Zahlen», insbesondere detaillierte Auswertungsergebnisse der Klassenerprobungen stehen zur Verfügung.

Pestalozzianum Zürich
Fachstelle PU

Januar 1994

Christian Rohrbach

Kannst du diese Zahlen entziffern? **Auswertung**

1)	IV	=	_____	☐
2)	XXVI	=	_____	☐
3)	LXVII	=	_____	☐
4)	CCCXXIX	=	_____	☐
5)	DCCXIV	=	_____	☐
6)	CCXLIV	=	_____	☐
7)	MCMXXVI	=	_____	☐
8)	MDCCXXIX	=	_____	☐
9)	CCCLXXXVIII	=	_____	☐
10)	CMLXVI	=	_____	☐
11)	CL	=	_____	☐
12)	XCVI	=	_____	☐
13)	_____	=	109	☐

Total: _____

Name: _____

Kannst du diese Zahlen entziffern? **Auswertung**

1)	XIX	=	_____	☐
2)	XXVI	=	_____	☐
3)	LXVIII	=	_____	☐
4)	CCCXXIV	=	_____	☐
5)	DCCXIX	=	_____	☐
6)	CCXLIV	=	_____	☐
7)	MCMXXIX	=	_____	☐
8)	MDCCXXVII	=	_____	☐
9)	CCCLXXXVIII	=	_____	☐
10)	CMLXXVI	=	_____	☐
11)	MX	=	_____	☐
12)	XCVII	=	_____	☐
13)	_____	=	54	☐

Total: _____

Name: _____

ISBN 3-906744-90-6