

7 LOINC – Internationale Nomenklatur zur Kodierung von medizinischen Untersuchungen und Befunden

Sebastian C. Semler und Rainer Röhrig

7.1 Einführung

LOINC – das Akronym steht für „Logical Observation Identifier Names and Codes“ – ist eine internationale Nomenklatur für medizinische Beobachtungen und Messungen. Ziel ist eine Sprach-, System- und Institutions-unabhängige universell eindeutige Kennzeichnung medizinischer Bestimmungen und deskriptiver Inhalte, die eine Computer-gestützte automatisierte Datenverarbeitung ermöglicht. Seit 1996 steht der LOINC-Katalog öffentlich und gemeinfrei zur Verfügung [Regenstrief Institute, 1996–2015]; erstellt und gepflegt wird dieser vom LOINC-Komitee am Regenstrief Institute, einer privaten Non-Profit-Forschungsorganisation an der Indiana University School of Medicine (IUSM) in Indianapolis (USA), gemeinsam mit Vertretern aus der Forschung, der Industrie und der US-Regierung [Forrey et al., 1996]. Dieser Entwicklung zugrunde lag eine Analyse des Board of Directors der American Medical Informatics Association (AMIA) im Jahre 1994, die identifizierte, für welche Anwendungsbereiche im Rahmen der elektronischen Kommunikation zwischen Krankenhäusern, Arztpraxen und diagnostischen Laboren sowie beim Aufbau elektronischer Krankenakten bereits geeignete Code-Systeme zur Verfügung standen. Für diagnostische Prozeduren und Untersuchungen kam die Analyse zum Ergebnis, dass geeignete Identifikatoren, die insbesondere in der seinerzeit frisch etablierten HL7-Syntax verwendet werden können, noch fehlten

und dringend zentral festgelegt werden müssten [AMIA Board of Directors, 1994]. Dies führte 1995 zur Erarbeitung des LOINC-Kataloges [Huff et al., 1998].

Seither hat sich LOINC insbesondere zur eindeutigen Kennzeichnung von Labor- und Vitalwertbestimmungen in vielen Systemen und Krankenhäusern in den USA, aber auch international bewährt. Bald schon wurden weitere Anwendungsbereiche mit dem wachsenden LOINC-Katalog adressiert, so z.B. klinische Beobachtungen und medizinische Dokumentation, Elektrophysiologie, radiologische und mikrobiologische Untersuchungen [McDonald et al., 2003].

Der LOINC-Katalog wird vom Regenstrief Institute auf einer eigenen Webseite als Access-Datenbank sowie in weiteren Dateiformaten (TXT bzw. CSV, PDF) zum Download zur Verfügung gestellt [Regenstrief Institute, 1996–2015]. Jährlich werden ein oder zwei Update-Versionen veröffentlicht, in welchen neue Codes und Untersuchungen aufgenommen, in geringerem Umfang auch veraltete Einträge entfernt oder ergänzt werden. Dabei ist der Umfang des Kataloges beträchtlich angewachsen: Wurde die Version 1.0 im April 1995 noch mit 5.900 Einträgen (Codes) veröffentlicht, so umfasst die Datenbank Ende 2014 rund 75.000 Entitäten (in der Fassung 2.52 von Juni 2015 nunmehr 76.266 Datensätze). Die Entwicklung der Datenbank veranschaulicht Abbildung 1.

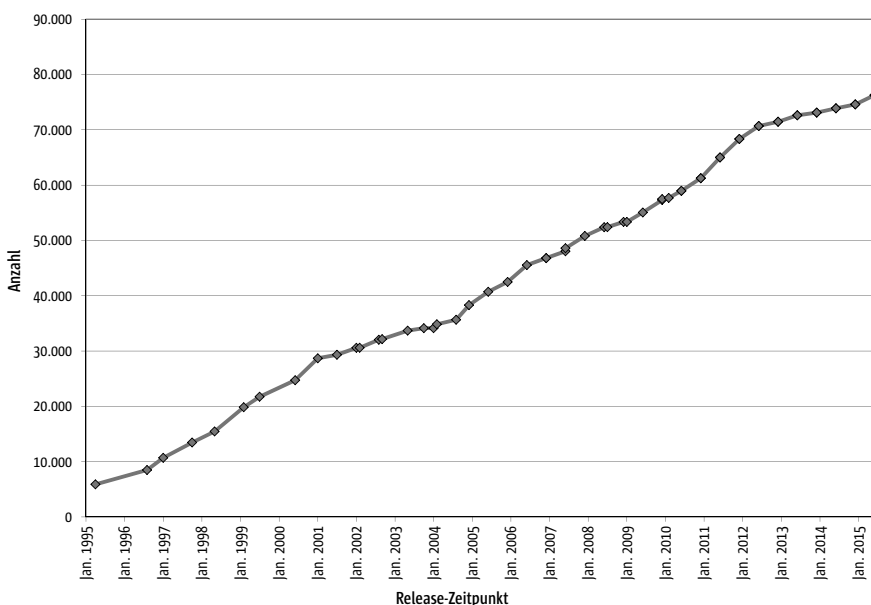


Abb. 1 Anzahl der LOINC-Codes (Entitäten) in der LOINC-Datenbank – Entwicklung 1995–2015

Neben der Datenbank und dem LOINC-Manual, welches die Definitionen und Anwendungshinweise bietet, stellt das Regenstrief Institute eine Vielzahl weiterer Hilfstabellen und Werkzeuge rund um die Nutzung von LOINC zur Ver-

fügung, u. a. FAQ, Schulungsmaterial (Folien), Online-Training und Prüfroutinen. Hierbei ist insbesondere das Software-Tool RELMA (**RE**genstrief **LOINC** **M**apping **A**ssistant) zu nennen, welches nicht nur dabei hilft, in der sehr umfangreichen Datenbank den für eine Untersuchung zutreffenden Identifier aufzufinden, sondern hierbei auch zusätzliche Logik und Hierarchien sowie auch die Möglichkeit des Speicherns der Zuordnung der jeweiligen lokalen Bezeichner zu den entsprechenden LOINC-Codes bietet. RELMA bietet somit eine über die native Datenbank hinausgehende Hilfestellung beim Mapping auf LOINC.

Die Codes wie auch die Werkzeuge sind Copyright-geschützt, dürfen jedoch frei genutzt werden, wenn man die vorgeschriebenen Regeln einhält.

Schon frühzeitig wurde LOINC eingebettet und vernetzt mit anderen Standardisierungsinitiativen: In den USA unterstützen die American Clinical Laboratory Association (ACLA) und das College of American Pathologists (CAP) die LOINC-Entwicklung und den Einsatz von LOINC. Standardisierungsorganisationen wie ANSI, HL7 und IHE haben z.T. bereits in den 1990er-Jahren LOINC als präferiertes Code-System zumindest für den Labordatenbereich empfohlen. Auch CDISC verweist (im Rahmen der begonnenen Kooperation mit HL7) seit 2005 auf die Möglichkeit, LOINC-Codes innerhalb der CDISC-Formate zu nutzen; und es bestehen bei der FDA Überlegungen, die Nutzung von LOINC im Zusammenhang mit der Einreichung von Arzneimittelzulassungsstudien zu empfehlen. Seit 2012 besteht schließlich auf internationaler Ebene eine formalisierte Zusammenarbeit zwischen der International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO), welche SNOMED CT (lizenzpflichtig) herausgibt, und dem Regenstrief Institute, mit dem erklärten Ziel, ein einheitliches Order Entry & Result Reporting mit beiden Code-Systemen zu etablieren und die weitere Entwicklung der semantischen Standardisierung abzustimmen. Dabei ist klargestellt, dass LOINC nicht in SNOMED CT aufgeht, dass alle Rechte an LOINC beim Regenstrief Institute verbleiben, und dass die LOINC-Nutzung nicht durch die Lizenz-Pflichten für SNOMED CT tangiert wird [IHTSDO et al., 2013].

In den letzten 20 Jahren hat sich international die Nutzung von LOINC in unterschiedlichen Anwendungsbereichen zunehmend durchgesetzt. Auf der LOINC-Webseite gibt das Regenstrief Institute an, dass es weltweit knapp 40.000 LOINC-Nutzer in 169 Ländern gibt, womit LOINC zur „*lingua franca* of clinical data exchange“ geworden sei [Regenstrief Institute, 1996–2015].

7.2 Aufbau und Struktur von LOINC

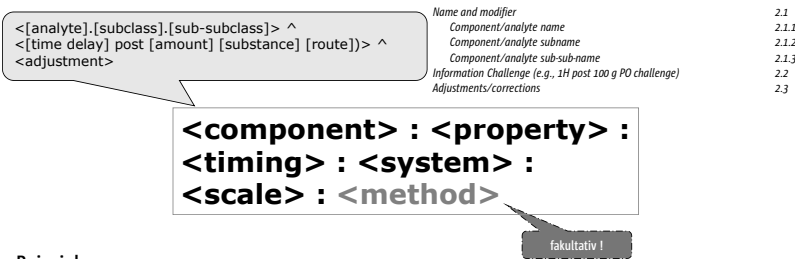
Nach dem LOINC-Konzept wird jede Laboruntersuchung, klinische Beobachtung oder medizinische Untersuchung durch sechs Achsen eindeutig beschrieben. Diese sechs Achsen sind in entsprechenden Spalten der LOINC-Datenbank

repräsentiert, zusammen ergeben diese nach der LOINC-Nomenklaturregel den eindeutigen vollständigen, generischen „Namen“ der Untersuchung. Folgende sechs Achsen sind für jeden LOINC-Eintrag obligat vorgesehen (s. Abb. 2 – Die sechs Achsen der LOINC-Nomenklatur aus [Semler, 2002b]):

- COMPONENT/ANALYTE [in der Datenbank: **COMPONENT**] = Analyt/Parameter (zum Beispiel Kalium, Natrium, Glucose, Körpertemperatur oder systolischer Blutdruck, aber auch Glucose eine Stunde nach Belastung mit 100 Gramm Glucose p.o.)
- KIND OF PROPERTY/KIND OF QUANTITY [**PROPERTY**] = Messgröße (zum Beispiel molare oder massenbezogene Konzentration, Druck)
- TIME ASPECT [**TIME_ASPCT**] = zeitliches Szenario der Messung oder Beobachtung, Zeitbezug bzw. Messungszeitraum (zum Beispiel einmalige Messung zu einem Zeitpunkt [PT], Beobachtungsdauern [1H, 24H etc.] bei Kumulationsmessungen wie dem 24-Stunden-Urin oder Provokationstests wie dem oralen Glucosetoleranztest)
- SYSTEM TYPE/ SAMPLE TYPE [**SYSTEM**] = beobachtetes bzw. untersuchtes System/ Art des Proben- bzw. Untersuchungsmaterials (zum Beispiel Serum/Plasma, Blut, Urin, Stuhl, aber auch Patient)
- TYPE OF SCALE [**SCALE_TYP**] = Skalentyp/Art der Skalierung (zum Beispiel quantitativ-numeral, ordinal, nominal, qualitativ-narrativ) und damit auch der Messgenauigkeit
- TYPE OF METHOD [**METHOD_TYP**] = Methode der Untersuchung bzw. Messung (zum Beispiel RIA, ELISA bzw. EIA)

Hinsichtlich der sechsten Achse, der Untersuchungsmethode, gilt einschränkend, dass diese nur angegeben wird, soweit sie für die eindeutige Bestimmung der betreffenden Messung oder Untersuchung erforderlich ist und diese Unterscheidung grundlegende klinische Relevanz hat. Vielfach ist diese Spalte daher leer.

6-axiale Systematik der LOINC-Nomenklatur:



Beispiele:

LOINC_NUM	COMPONENT	PROPERTY	TIME_ASPCT	SYSTEM	SCALE_TYP	METHOD_TYP
2951-2	SODIUM	SCNC	PT	SER/PLAS	QN	
8331-1	BODY TEMPERATURE	TEMP	PT	MOUTH	QN	
1502-4	GLUCOSE*1H POST 100 G GLUCOSE PO	MCNC	PT	SER	QN	

Abb. 2 Die sechs Achsen der LOINC-Nomenklatur (aus [Semler, 2002b])

Jede Untersuchungsart, Messung oder Beobachtung, die sich in einer dieser sechs Achsen unterscheidet, erhält eine eigene LOINC-Nummer oder LOINC-ID [Datenbankfeld **LOINC_NUM**] – den eigentlichen LOINC-Code – und einen eigenen Eintrag in der LOINC-Datenbank. Die LOINC-ID wird für die Einträge fortlaufend vergeben, d.h. sie ist nicht sprechend und gibt keine Beziehungen zwischen Konzepten wieder (wie z.B. in einer Klassifikation). Sie besteht aus einem numerischen mehrstelligen Code mit einer nachgestellten Prüfziffer, die nach einem Mod10-Algorithmus gebildet wird. Das Verfahren ist im LOINC User Manual des Regenstrief Institute und des LOINC Committee beschrieben [McDonald et al., 2015].

Zusammengefasst ist demnach jede klinische Beobachtung oder medizinische Untersuchung durch sieben Elemente repräsentiert: durch den vorangestellten LOINC-Code und den aus den beschriebenen sechs Achsen bestehenden formalen Namen („fully specified name“). Abbildung 3 veranschaulicht dies am Beispiel der (semi)quantitativen Harnzuckermessung mittels Teststreifen.

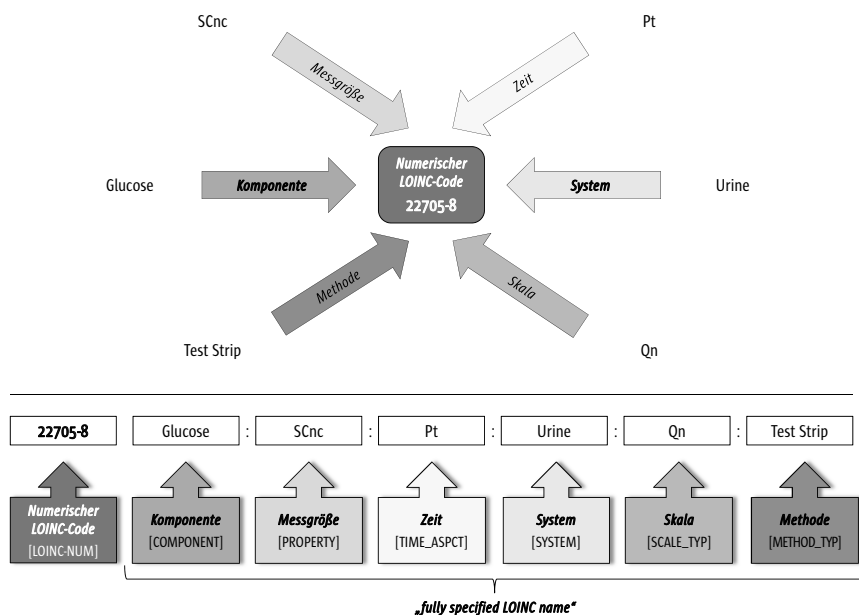


Abb. 3 LOINC-Name und LOINC-Code, hier am Beispiel der Untersuchung auf Glucose im Urin mittels Teststreifen

Über die sechs Achsen lassen sich Bestimmungen der gleichen Substanz, zum Beispiel Glucose, in unterschiedlichen Untersuchungsmaterialien, z.B. in Serum, Urin oder Liquor, aber auch mittels unterschiedlicher Methoden, auf unterschiedlichen Skalentypen und in unterschiedlichen Messgrößen schon an der LOINC-ID unterscheiden. Umgekehrt betrachtet bedarf es der Kenntnis und Festlegung aller sechs Achsen, um eindeutig zur korrekten eindeutigen

LOINC-ID für die betreffende Untersuchung zu gelangen. Die Achsen SCALE_TYP und insbesondere PROPERTY (Messgrößen) sorgen für den größten Beitrag zur abbildbaren Vielfalt in der LOINC-Nomenklatur. Tabelle 1 listet zur Verdeutlichung einige der wichtigsten Messgrößen in der LOINC-Datenbank auf. Hierbei ist wichtig, dass lediglich die Messgröße eindeutig festgelegt sein muss – nicht die dezidierte Maßeinheit oder deren Schreibweise. Am Beispiel der Glucose-Messung lässt sich darstellen, dass die Bestimmung einer molaren (Substanz-)Konzentration [PROPERTY = SCNC] von einer Massenkonzentration [PROPERTY = MCNC] unterschieden wird; es ist bei letzterer aber für die Eindeutigkeit des LOINC-Codes unerheblich, ob diese in der Einheit g/l oder in mg/dl angegeben wird und wie diese Einheiten maschinenlesbar ausgedrückt werden.

Tab. 1 Beispiele für Messgrößen (PROPERTIES) in der LOINC-Datenbank unter Zuordnung ausgewählter Maßeinheiten (nicht Bestandteil der LOINC-Datenbank)

PROPERTY	Name	Kategorie	Exemplarische Maßeinheiten
ACNC	Arbitrary Concentration	Arbitrary Unit Measures	UNITS/L, IU/L
CCNC	Catalytic Concentration	Enzymatic Activity	IU/L
MCNC	Mass Concentration	Mass	GM/L, MG/DL usw.
MCRT0	Mass Concentration Ratio	Mass	NG/MG
MRAT	Mass Rate	Mass	GM/24 h, MG/D usw.
NARIC	Number Areic (number per area)	Counts	/HPF
NCNC	Number Concentration (count/vol)	Counts	10 ¹² /L, CELLS/UL
NFR	Number Fraction	Counts	% LYSIS, /100 RBC
SCNC	Substance Concentration	Substance Amount (Moles/Milliequivalents)	MOL/L usw.
SCNT	Substance Content	Substance Amount (Moles/Milliequivalents)	FMOL/MG PROTEIN
SCRT0	Substance Concentration Ratio	Substance Amount (Moles/Milliequivalents)	MMOL/MOL CREAT
SRAT	Substance Rate	Substance Amount (Moles/Milliequivalents)	MMOL/24 H
VFR	Volume Fraction	Volumes	L/L
VRAT	Volume Rate	Volumes	ML/MIN
VRT0	Volume Ratio	Volumes	VOL%

Für die international eindeutige maschinenlesbare Kodierung von Maßeinheiten bei der Befundübermittlung wird die Nutzung des ebenfalls vom Regenstrief Institute herausgegebenen Standards **Unified Code for Units of Measure (UCUM)** [Schadow et al., 1999; UCUM Webseite, 2014] empfohlen. Mit

den LOINC Accessory Files werden zwar Listen gebräuchlicher UCUM-Terms mit ausgeliefert und es gibt Arbeitshilfen, um im Gebrauch von LOINC die richtige UCUM-Einheit zu einer gegebenen PROPERTY und vice versa zuordnen zu können. Diese sind derzeit aber nicht Bestandteil der LOINC-Datenbank und nicht definitorische Komponente der LOINC-ID. LOINC repräsentiert nur die Frage, was wird gemessen bzw. untersucht – nicht die Antwort, d.h. das Ergebnis der Messung.

Zusätzlich zu den genannten sieben Feldern gibt es zu jedem Eintrag in der Datenbank rund 50 weitere Felder, die jedoch keine weiteren definitorischen Kriterien enthalten, sondern lediglich den Umgang mit und die Recherche in der Datenbank erleichtern sollen. Hierzu gehören Felder mit alternativen Bezeichnungen und fachlichen Synonymen (RELATED_NAMES2, SHORTNAME, LONG_COMMON_NAME, CONSUMER_NAME), Felder mit ergänzenden verknüpften Informationen zu einer Substanz oder Bestimmung (z.B. Spezies-Angaben, chemische Formeln, in früheren Ausgaben der Datenbank auch Molekulargewichte und Mappings auf andere Code-Systeme wie SNOMED oder EUCLIDES) sowie Felder, die dem nachvollziehbaren Versionsmanagement der LOINC-Datenbank dienen. Grundsätzlich werden LOINC-IDs nie neu vergeben oder gelöscht, sondern werden aus Gründen der Versionshistorisierbarkeit in der Datenbank belassen, aber in einen nicht-aktiven bzw. nicht-empfohlenen Status versetzt. Dies wird je Eintrag über die Felder STATUS, STATUS_REASON, STATUS_TEXT, DATE_LAST_CHANGED, CHNG_TYPE und CHANGE_REASON_PUBLIC gesteuert, die auch kleinere Änderungen im einzelnen Datensatz nachvollziehbar halten. Für nicht mehr aktive oder nicht mehr empfohlene Felder gibt es in der Datenbank überdies ein empfohlenes Mapping auf entsprechende neue LOINC-IDs.

Die weiteren Felder – über die sieben definitorischen Felder hinaus – sind über die Jahre und LOINC-Versionen hinweg weit weniger konstant. Immer wieder kommt es mit einer neuen Version zu Änderungen im Datenbank-Schema – Felder werden geändert, neue Felder kommen hinzu, wenig gebrauchte oder aus anderen Gründen obsolet gewordene Felder wurden aus der Datenbank entfernt. Dabei ist insgesamt die Datenbank etwas schlanker geworden: Umfasste die LOINC-Datenbank in der Version 2.08 (2002) noch 59 und in der Version 2.21 (Juni 2007) sogar 63 Felder, so wurde ab der Version 2.22 (Dezember 2007) begonnen, Felder zu löschen oder in die Datenbank der begleitend ausgelieferten RELMA-Applikation auszulagern. Doch zu den 43 Feldern der Version 2.22 kamen auch wieder neue Felder hinzu; so hatte beispielsweise Version 2.27 (Juni 2009) 49 Felder und Version 2.42 (Dezember 2012) 48 Felder. Die aktuelle Version 2.52 vom Juni 2015, das 58. Release der Datenbank, umfasst nunmehr 45 Felder. Allein beim Wechsel der letzten beiden Major Releases, von Version 2.50 auf 2.52, sind zwei Felder umbenannt, sieben Felder aus der Datenbank entfernt worden und vier Felder neu hinzugekommen. Tabelle 2 listet die Felder in der aktuellen LOINC-Datenbank.

Tab. 2 Felder in der LOINC-Datenbank (Version 2.52, Juni 2015)

Nr.	FELDDNAME	FELDDATENTYP	FELDLÄNGE	FELDBESCHREIBUNG (gekürzt)
01	LOINC_NUM	Text	10	<i>Unique LOINC number – primary key. Code is a string in the format of nnnnnnnn-n.</i>
02	COMPONENT	Text	255	<i>First major axis – component or analyte</i>
03	PROPERTY	Text	30	<i>Second major axis – property observed (e.g., mass vs. substance)</i>
04	TIME_ASPECT	Text	15	<i>Third major axis – timing of the measurement (e.g., point in time vs 24 hours)</i>
05	SYSTEM	Text	100	<i>Fourth major axis – type of specimen or system (e.g., serum vs urine)</i>
06	SCALE_TYP	Text	30	<i>Fifth major axis – scale of measurement (e.g., qualitative vs. quantitative)</i>
07	METHOD_TYP	Text	50	<i>Sixth major axis – method of measurement</i>
08	CLASS	Text	20	<i>Classification of LOINC-Term: An arbitrary classification of the terms for grouping related observations together.</i>
09	SOURCE	Text	8	<i>Where the term originated – usually the name of an organization that submitted the term (for internal use)</i>
10	DATE_LAST_CHANGED	Date/Time	–	<i>Date (Version Release Date) last changed</i>
11	CHNG_TYPE	Text	3	<i>Change Type Code: DEL = delete (deprecate); ADD = add; NAM = change to Analyte/Component; MAJ = change to name field #3 – #7; MIN = change to field other than name; UND = undelete</i>
12	DefinitionDescription	Memo	–	<i>Narrative text that describes the LOINC term or relays information specific to the term</i>
13	STATUS	Text	11	<i>ACTIVE = Concept is active. TRIAL = Concept is experimental in nature. DISCOURAGED = Concept is not recommended for current use. DEPRECATED = Concept is deprecated. Concept should not be used, but it is retained in LOINC for historical purposes. Wherever possible, the superseding concept is indicated in the MAP_TO Table and should be used.</i>
14	CONSUMER_NAME	Text	255	<i>An experimental (beta) consumer friendly name for this item which health care consumers will recognize</i>
15	CLASSTYPE	Number	–	<i>1 = Laboratory class; 2 = Clinical class; 3 = Claims attachments; 4 = Surveys</i>

Nr.	FELDNAME	FELDDATENTYP	FELDLÄNGE	FELDBESCHREIBUNG (gekürzt)
16	FORMULA	Text	255	<i>Contains the formula in human readable form (for calculating values)</i>
17	SPECIES	Text	20	<i>Codes detailing which non-human species the term applies to. If blank, "human" is assumed.</i>
18	EXMPL_ANSWERS	Memo	–	<i>Examples of valid answers</i>
19	SURVEY_QUEST_TEXT	Memo	–	<i>Contains exact text from survey questions</i>
20	SURVEY_QUEST_SRC	Text	50	<i>Exact name (source term code) of the specific survey instrument and the item/question number</i>
21	UNITSREQUIRED	Text	1	<i>Y/N field that indicates that units are required when this LOINC is included as an OBX segment</i>
22	SUBMITTED_UNITS	Text	30	<i>Units as received from person who requested this LOINC term.</i>
23	RELATEDNAMES2	Memo	–	<i>Contains synonyms for each of the parts of the fully specified LOINC name (component, property, time, system, scale, method)</i>
24	SHORTNAME	Text	40	<i>Short name assigned to LOINC code, often includes abbreviations and acronyms.</i>
25	ORDER_OBS	Text	15	<i>Defines term as (1) order only, (2) observation only, or (3) both; or (4) subset for terms that are subsets of a panel but do not represent a package that is known to be orderable.</i>
26	CDISC_COMMON_TESTS	Text	1	<i>"Y" in this field means that the term is a part of subset of terms used by CDISC in clinical trials (CDISC Pharma Tests).</i>
27	HL7_FIELD_SUBFIELD_ID	Text	50	<i>A value in this field indicates that the LOINC data element should be sent in the named field/subfield of the HL7 message. When NULL, the LOINC data element should be sent in an OBX segment (LOINC code in OBX-3, value in the OBX-5).</i>
28	EXTERNAL_COPYRIGHT_NOTICE	Memo	–	<i>External copyright holders copyright notice for this LOINC code.</i>
29	EXAMPLE_UNITS	Text	255	<i>This field shows representative, but not necessarily recommended, units in which data could be sent for this term.</i>
30	LONG_COMMON_NAME	Text	255	<i>This field contains the LOINC name in a more readable format than the fully specified name.</i>

Nr.	FELDDNAME	FELDDATENTYP	FELDLÄNGE	FELDBESCHREIBUNG (gekürzt)
31	UnitsAndRange	Memo	–	<i>Delimited list of units of measure (expressed using UCUM units) and example normal ranges for physical quantities and survey scores. Intended as tailorable starter sets for applications that use LOINC forms as a way to capture data.</i>
32	DOCUMENT_SECTION	Text	255	<i>Classification of whether this LOINC code can be used as (a) a full document, (b) a section of a document, or (c) both. This field was created in the context of HL7 CDA messaging (in collaboration with the HL7 Structured Documents Work Group).</i>
33	EXAMPLE_UCUM_UNITS	Text	255	<i>This field contains example units of measures for this term expressed as Unified Code for Units of Measure (UCUM) units.</i>
34	EXAMPLE_SI_UCUM_UNITS	Text	255	<i>This field contains example units of measures for this term expressed as SI UCUM units.</i>
35	STATUS_REASON	Text	9	<i>Gives the reason a term was deprecated or is discouraged. Values; AMBIGUOUS, DUPLICATE, ERRONEOUS; NULL for ACTIVE terms.</i>
36	STATUS_TEXT	Memo	–	<i>Explanation of concept status in narrative text. This field will be Null for ACTIVE concepts.</i>
37	CHANGE_REASON_PUBLIC	Memo	–	<i>Detailed explanation about special changes to the term over time.</i>
38	COMMON_TEST_RANK	Number	–	<i>Ranking of approximately 2,000 common tests performed by laboratories in USA.</i>
39	COMMON_ORDER_RANK	Number	–	<i>Ranking of approximately 300 common orders performed by laboratories in USA.</i>
40	COMMON_SI_TEST_RANK	Number	–	<i>Corresponding SI terms for 2,000 common tests performed by laboratories in USA</i>
41	HL7_ATTACHMENT_STRUCTURE	Text	15	<i>Text will either be STRUCTURED or UNSTRUCTURED for relevant terms according to HL7 Attachment Specification Supplement to Consolidated CDA (C-CDA) Template Guide.</i>
42	EXTERNAL_COPYRIGHT_LINK	Text	255	<i>For terms that have a third party copyright, this field contains the COPYRIGHT_ID from the Source Organization table. It links a external copyright statement to a term.</i>

Nr.	FELDNAME	FELDDATENTYP	FELDLÄNGE	FELDBESCHREIBUNG (gekürzt)
43	PanelType	Text	255	<i>Describes a panel as (a) "Convenience group", (b) "Organizer", or (c) "Panel", differentiating if typically orderable as a single unit (c) or not (a) or as subpanel (i.e. a child) within another panel that is only used to group together a set of terms, but is not an independently used entity (b).</i>
44	AskAtOrderEntry	Text	255	<i>Delimited list of LOINC codes that represent optional Ask at Order Entry (AOE) observations for a clinical observation or laboratory test. A LOINC term in this field may represent a single AOE observation or a panel containing several AOE observations.</i>
45	AssociatedObservations	Text	50	<i>Delimited list of LOINC codes that represent optional associated observation(s) for a clinical observation or laboratory test. A LOINC term in this field may represent a single associated observation or panel containing several associated observations.</i>

Unter den weiteren Feldern der Datenbank sind jene hervorzuheben, mit denen eine gewisse LOINC-interne Klassifizierung in Anwendungsbereiche und ansatzweise Hierarchisierung erreicht werden soll. So teilt das Feld CLASS-TYPE den gesamten LOINC-Katalog in vier Kategorien ein:

1. Laboratory
2. Clinical
3. (Claims) Attachments
4. Surveys

Die beiden ersten Kategorien sind die beiden wichtigsten: Man unterscheidet den „**Laboratory LOINC**“, zu dem unter anderem die Bereiche Chemie, Hämatologie, Serologie, Mikrobiologie, Toxikologie, Blutgerinnung und Zytologie gehören, vom „**Clinical LOINC**“, der Vitalparameter, Hämodynamik, EKG, Ultraschall, Echokardiographie, Endoskopie, Radiologie, Anamnese und andere klinische Beobachtungen und Bestandteile der Krankengeschichte umfasst.

Entsprechend werden diese vier Kategorien durch das Feld CLASS weiter unterteilt, über welches viele LOINC-Codes zu Subkategorien zusammengefasst und teilweise in einen hierarchischen Zusammenhang gebracht werden (s. Tab. 3)

Tab. 3 Einige beispielhafte Klassen in der LOINC-Datenbank zur Kategorisierung (Felder CLASS + CLASSTYPE)

Abbreviation	Laboratory Term Class (Examples)
ABXBACT	Antibiotic susceptibilities
ALLERGY	Response to antigens
BLDBK	Blood bank
CARDIO-PULM	Cardiopulmonary
CELLMARK	Cell surface models
CHAL	Challenge tests
CHALSKIN	Skin challenge tests
CHEM	Chemistry
COAG	Coagulation study
CYTO	Cytology
DRUG/TOX	Drug levels & Toxicology
DRUGDOSE	Drug dose (for transmitting doses for pharmacokinetics)
FERT	Fertility
HEM/BC	Hematology (coagulation) differential count
H&P.HX.LAB	History for laboratory studies
HL7.CYTOGEN	Clinical cytogenetic report
HL7.GENETICS	Clinical genetic report
HLA	HLA tissue typing antigens and antibodies
MICRO	Microbiology
MISC	Miscellaneous
MOLPATH	Molecular pathology
PATH	Pathology
SERO	Serology (antibodies and most antigens except blood bank and infectious agents)
SPEC	Specimen characteristics
UA	Urinalysis
Abbreviation	Clinical Term Class (Examples)
BDYCRC.	Body circumference ...
BDYHGT.	Body height ...
BDYSURF.	Body surface ...
BDYTMP.	Body temperature ...
BDYWGT.	Body weight ...
BP.	Blood pressure ...

Abbreviation	Clinical Term Class (Examples)
CARD.US	Cardiac ultrasound
CARDIO-PULM	Cardiopulmonary
CLIN	Clinical NEC (not elsewhere classified)
DEVICES	Medical devices
DOC.	[medical]] Documents ...
DOC.ONTOLOGY	Document Ontology
DOC.PUBLICHEALTH	Public health documentation
DOC.QUALITY	Quality documents
DOC.REF	Referral documentation
DOC.REF.CTP	Clinical trial protocol document
EKG.	Electrocardiogram ...
ENDO.GI	Gastrointestinal endoscopy
FUNCTION	Functional status (e.g., Glasgow)
GEN.US	General ultrasound
H&P.HX	History
H&P.PX	Physical
HEMODYN.	Hemodynamics ...
HRRATE.	Heart rate ...
IO.	Input/Output ...
OB.US	Obstetric ultrasound
OBGYN	Obstetric/Gynecology
ONCOLOGY	Oncology
PUBLICHEALTH	Public Health
RAD	Radiology
RESP.	Respiratory ...
US.URO	Urological ultrasound
VACCIN	Vaccinations

Weitere Hierarchien sind durch die Zusammenfassung von LOINC-Einträgen zu Untersuchungssets (PANELS) und zu Fragebögen (SURVEYS) gegeben, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll und die historisch bedingt sehr stark US-geprägt sind.

Die Möglichkeit, Bezüge und Hierarchien abzubilden, wurde durch die Einführung von „**LOINC Parts**“ in den letzten Jahren erweitert. Hierfür wird ein einzelner Teil eines LOINC-Namens, eine Dimension des „fully specified

name“, als „LOINC Part“ begriffen und durch einen „**LP-Code**“ repräsentiert. Als Beispiel: Glucose – als COMPONENT eine Dimension vieler LOINC-Terms – hat den LP-Code LP14635-4. Hierüber lässt sich also unabhängig von Synonymen und natürlichen Sprachen die Gemeinsamkeit in vielen LOINC-Einträgen darstellen, dass Glucose gemessen wird. Dasselbe lässt sich für die anderen Dimensionen bzw. Achsen der betreffenden LOINC-Terms vornehmen. Entsprechend kann man diese auch wieder aus den LP-Codes zusammensetzen. So ergibt sich beispielsweise für die Glucose-Bestimmungen im Serum als Massenkonzentration (LOINC-Code 2345-7) bzw. als molare Substanzkonzentration (LOINC-Code 14749-6):

- LP31388-9.LP31399-6.LP14635-4.LP42107-0,7,LP42107-0,2345-7,Glucose SerPl-mCnc
- LP31388-9.LP31399-6.LP14635-4.LP42107-0,9,LP42107-0,14749-6,Glucose SerPl-sCnc

Die „LOINC Parts“ werden in der Pflege des LOINC-Kataloges genutzt zur algorithmischen Generierung von Namen, zur Synonymverwaltung und zur Übersetzung, aber auch zum Abbilden **multiaxialer Hierarchien**. Diese werden außerhalb des LOINC-Kataloges in eigenen Tabellen verwaltet.

Insbesondere nutzt die Datenbank des **RELMA**-Tools diese und weitere Optionen, Hierarchien und Bezüge abzubilden. RELMA enthält auch Übersetzungen der LOINC Terms, soweit verfügbar, so u.a. auch eine deutsche Teilübersetzung. Dies ermöglicht dem Anwender, nach sprachlich-fachlichen Kriterien in der eigenen Sprache suchend, möglichst schnell und eindeutig den richtigen LOINC-Term für die Untersuchung oder Beobachtung zu finden, die er in seiner Dokumentation oder Datenkommunikation abbilden möchte.

Denn dies ist die wesentliche Herausforderung: LOINC ermöglicht eine hoch granulare Beschreibung und eindeutige Identifizierung von Untersuchungen, Beobachtungen und Messungen. Dabei erstreckt sich der Anwendungsbereich nicht nur auf Laborparameter, sondern auch auf Vitalwerte und sonstige klinische Messgrößen. Die erreichte Breite des Vokabulars ist beeindruckend – zu jeder Untersuchung oder Beobachtung lässt sich nahezu jede Variante im Katalog finden. Fehlt für eine zu kodierende Untersuchung der erforderliche Eintrag, so kann die Aufnahme eines neuen Codes in einem geregelten Verfahren beantragt werden. Die Breite, nahezu alles abbilden zu können, ist einerseits Vorteil, zugleich aber auch Erschwernis: Bei der Festlegung, welcher LOINC-Code eine zu dokumentierende Untersuchung repräsentiert, bedarf es einer genauen Auswahl aus dem vorhandenen Vokabular. Das „**Mapping**“ der lokalen Untersuchungen und Messungen auf die LOINC-Nomenklatur wird daher zu einem aufwändigen, fachliches Wissen gleichermaßen wie Kenntnis der LOINC-Logik erfordernden Schritt. Tools wie RELMA helfen daher, diesen Aufwand zu vermindern.

Das Ausmaß der „Qual der Wahl“ in der LOINC-Datenbank als großem Set präkoordinierter Konzepte und Codes verdeutlicht Tabelle 4, die einen Auszug aus der LOINC-Datenbank darstellt: Allein für alle in praxi vorkommenden Varianten der Glucose-Bestimmungen bietet die LOINC-Datenbank knapp 140 Einträge – und damit Alternativen zur Auswahl. Dabei sind die Glucose-Toleranztests (CLASS = CHAL) noch gar nicht mit berücksichtigt – hierfür stehen noch einmal rund 560 Codes zur Verfügung; ebenso wenig die Bestimmungen der Glucose-umsetzenden Enzyme. Allein für Glucose-Bestimmungen im Serum bzw. Plasma zu einem bestimmten Zeitpunkt stehen rund 20 Codes zur Auswahl.

Tab. 4 LOINC-Terms für Glucose-Bestimmungen (Auszug aus der LOINC-Datenbank)

LOINC_NUM	COMPONENT	PROPERTY	TIME_ASPT	SYSTEM	SCALE_TYP	METHOD_TYP	CLASS	STATUS
12218-4	Glucose^2H post peritoneal dialysis	MCnc	Pt	Periton fld	Qn		CHEM	ACTIVE
12219-2	Glucose^4H post peritoneal dialysis	MCnc	Pt	Periton fld	Qn		CHEM	ACTIVE
12220-0	Glucose^12H post peritoneal dialysis	MCnc	Pt	Periton fld	Qn		CHEM	ACTIVE
13453-6	Glucose mean value	ACnc	Pt	Bld	Qn	Estimated from glycated hemoglobin	CHEM	DEPRE-CATED
12607-8	Glucose^pre dialysis	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12608-6	Glucose^2H specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12609-4	Glucose^4H specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12611-0	Glucose^4H specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
12612-8	Glucose^2H specimen	MCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
12613-6	Glucose^4H specimen	MCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
12628-4	Glucose	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12629-2	Glucose	MCnc	24H	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12630-0	Glucose^1st specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12631-8	Glucose^2nd specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12632-6	Glucose^3rd specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12633-4	Glucose^4th specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12634-2	Glucose^5th specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12635-9	Glucose^6th specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
12636-7	Glucose^7th specimen	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
14386-7	Glucose	MCnc	Pt	Gast fld	Qn		CHEM	ACTIVE
15074-8	Glucose	SCnc	Pt	Bld	Qn		CHEM	ACTIVE
15075-5	Glucose	SCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
15076-3	Glucose	SCnc	Pt	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
15077-1	Glucose	SRat	24H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
14743-9	Glucose	SCnc	Pt	BldC	Qn	Glucometer	CHEM	ACTIVE
14744-7	Glucose	SCnc	Pt	CSF	Qn		CHEM	ACTIVE
14745-4	Glucose	SCnc	Pt	Body fld	Qn		CHEM	ACTIVE
14746-2	Glucose	SCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE

B Der fachliche Hintergrund: Terminologien und Ordnungssysteme in der Patientenversorgung, medizinischen Forschung und Gesundheitswirtschaft

LOINC_NUM	COMPONENT	PROPERTY	TIME_ASPT	SYSTEM	SCALE_TYP	METHOD_TYP	CLASS	STATUS
14747-0	Glucose	SCnc	Pt	Plr fld	Qn		CHEM	ACTIVE
14748-8	Glucose	SCnc	Pt	Periton fld	Qn		CHEM	ACTIVE
14749-6	Glucose	SCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
14750-4	Glucose	SCnc	Pt	Synv fld	Qn		CHEM	ACTIVE
16903-7	Glucose	MCnc	Pt	Vitr fld	Qn		CHEM	ACTIVE
18227-9	Glucose	MRat	6H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
20406-5	Glucose	MFr	Pt	Urine	Qn	Test strip	UA	DEPRECA- TED
21305-8	Glucose	MCnc	24H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
21306-6	Glucose	MRat	8H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
21307-4	Glucose	MRat	10H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
2350-7	Glucose	MCnc	Pt	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
2341-6	Glucose	MCnc	Pt	Bld	Qn	Test strip manual	CHEM	ACTIVE
2342-4	Glucose	MCnc	Pt	CSF	Qn		CHEM	ACTIVE
22705-8	Glucose	SCnc	Pt	Urine	Qn	Test strip	UA	ACTIVE
2339-0	Glucose	MCnc	Pt	Bld	Qn		CHEM	ACTIVE
2340-8	Glucose	MCnc	Pt	Bld	Qn	Test strip. automated	CHEM	ACTIVE
2343-2	Glucose	MCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
2344-0	Glucose	MCnc	Pt	Body fld	Qn		CHEM	ACTIVE
2345-7	Glucose	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
2346-5	Glucose	MCnc	Pt	Plr fld	Qn		CHEM	ACTIVE
2347-3	Glucose	MCnc	Pt	Periton fld	Qn		CHEM	ACTIVE
2348-1	Glucose	MCnc	Pt	Synv fld	Qn		CHEM	ACTIVE
2349-9	Glucose	ACnc	Pt	Urine	Ord		CHEM	ACTIVE
2351-5	Glucose	MRat	24H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
2352-3	Glucose CSF/Glucose plas	RelMCnc	Pt	Plas+CSF	Qn		CHEM	ACTIVE
25428-4	Glucose	ACnc	Pt	Urine	Ord	Test strip	UA	ACTIVE
25916-8	Glucose	SCnc	24H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
27353-2	Estimated average glucose	MCnc	Pt	Bld	Qn	Estimated from glycated hemoglobin	CHEM	ACTIVE
32016-8	Glucose	MCnc	Pt	BldC	Qn		CHEM	ACTIVE
32174-5	Glucose	ACnc	24H	Urine	Ord		CHEM	ACTIVE
32318-8	Glucose	SCnc	Pt	XXX	Qn		CHEM	ACTIVE
33352-6	Glucose/Creatinine	MRto	Pt	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
33405-2	Glucose	MCnc	Pt	Pericard fld	Qn		CHEM	ACTIVE
34312-9	Glucose/Creatinine	SRto	Pt	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
34546-2	Protein & Glucose panel	MCnc	Pt	CSF	Qn		PANEL. CHEM	ACTIVE
35211-2	Glucose	MSCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	DISCOURA- GED
35212-0	Glucose	MSCnc	Pt	Urine	Qn		CHEM	DISCOURA- GED

LOINC_NUM	COMPONENT	PROPERTY	TIME_ASPECT	SYSTEM	SCALE_TYP	METHOD_TYP	CLASS	STATUS
35662-6	Glucose	MCnc	XXX	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
39478-3	Glucose	SCnc	Pt	Vitr fld	Qn		CHEM	ACTIVE
39479-1	Glucose	SCnc	Pt	Pericard fld	Qn		CHEM	ACTIVE
39480-9	Glucose	SCnc	Pt	BldV	Qn		CHEM	ACTIVE
39481-7	Glucose	SCnc	Pt	BldA	Qn		CHEM	ACTIVE
40366-7	Glucose	SRat	24H	Body fld	Qn		CHEM	ACTIVE
40488-9	Glucose/Creatinine	Ratio	Pt	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
41651-1	Glucose	MCnc	Pt	BldA	Qn		CHEM	ACTIVE
41652-9	Glucose	MCnc	Pt	BldV	Qn		CHEM	ACTIVE
41653-7	Glucose	MCnc	Pt	BldC	Qn	Glucometer	CHEM	ACTIVE
43740-0	Glucose/Insulin	MRto	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
4269-7	Glucose.PO	Mass	Pt	Dose	Qn		DRUG-DOSE	ACTIVE
45297-9	Glucose	SCnc	24H	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
46221-8	Glucose^2H specimen	SCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
46222-6	Glucose^4H specimen	SCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
46223-4	Glucose^overnight	SCnc	Pt	Dial fld	Qn		CHEM	ACTIVE
47620-0	Glucose	SCnc	Pt	Stool	Qn		CHEM	ACTIVE
47621-8	Glucose.IV	Mass	Pt	Dose	Qn		DRUG-DOSE	ACTIVE
47995-6	Glucose	SCnc	Pt	BldCo	Qn		CHEM	ACTIVE
48036-8	Glucose	MCnc	Pt	Stool	Qn		CHEM	ACTIVE
48787-6	Glucose^24H post peritoneal dialysis	MCnc	Pt	Periton fld	Qn		CHEM	ACTIVE
50586-7	Glucose tolerance 3H panel	-	-	Ser/Plas	Qn		PANEL-CHAL	ACTIVE
50587-5	Glucose tolerance 4H panel	-	-	Ser/Plas	Qn		PANEL-CHAL	ACTIVE
50588-3	Glucose tolerance 5H panel	-	-	Ser/Plas	Qn		PANEL-CHAL	ACTIVE
50589-1	Glucose tolerance 6H panel	-	-	Ser/Plas	Qn		PANEL-CHAL	ACTIVE
50206-2	Glucose^1st specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50207-0	Glucose^7th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50208-8	Glucose^10th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50212-0	Glucose^2nd specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50213-8	Glucose^3rd specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50214-6	Glucose^4th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50215-3	Glucose^5th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50216-1	Glucose^6th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50217-9	Glucose^8th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50218-7	Glucose^9th specimen	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
50555-2	Glucose	ACnc	Pt	Urine	Ord	Test strip. automated	UA	ACTIVE
51419-0	Sodium^^corrected for glucose	SCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE

B Der fachliche Hintergrund: Terminologien und Ordnungssysteme in der Patientenversorgung, medizinischen Forschung und Gesundheitswirtschaft

LOINC_NUM	COMPONENT	PROPERTY	TIME_ASPECT	SYSTEM	SCALE_TYP	METHOD_TYP	CLASS	STATUS
51595-7	Glucose	ACnc	Pt	Stool	Ord		CHEM	ACTIVE
51596-5	Glucose	SCnc	Pt	BldC	Qn		CHEM	ACTIVE
52041-1	Blood glucose monitors attachment	Find	Pt	^Patient	Doc		ATTACH. GENERAL	ACTIVE
53050-1	Glucose	MCnc	Pt	TPN	Qn		CHEM	ACTIVE
53084-0	Glucose	SCnc	Pt	Flu. nonbiological	Qn		CHEM	ACTIVE
53328-1	Glucose	MCnc	Pt	Urine	Qn	Test strip. automated	UA	ACTIVE
53553-4	Estimated average glucose	SCnc	Pt	Bld	Qn	Estimated from glycated hemoglobin	CHEM	ACTIVE
54486-6	Glucose	MCnc	Pt	Water	Qn		CHEM	ACTIVE
54487-4	Glucose	SCnc	Pt	Water	Qn		CHEM	ACTIVE
54495-7	Glucose^post dialysis	SCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
55860-1	Glucose	MRat	24H	Stool	Qn		CHEM	ACTIVE
56160-5	Glucose^4H post peritoneal dialysis	MCnc	Pt	Dial fld prt	Qn		CHEM	ACTIVE
57004-4	Glucose/Creatinine	MRto	24H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
57797-3	Glucose	MCnc	Pt	Stool	Qn	Post hydrolysis	CHEM	ACTIVE
5792-7	Glucose	MCnc	Pt	Urine	Qn	Test strip	UA	ACTIVE
58997-8	Glucose	MRat	18H	Urine	Qn		CHEM	ACTIVE
5914-7	Glucose	ACnc	Pt	Bld	Ord	Test strip	CHEM	DISCOURAGED
59156-0	Glucose	SCnc	Pt	Urine	Qn	Test strip. automated	UA	ACTIVE
62418-9	Glucose/Insulin	Ratio	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
6300-8	Glucose	MCnc	Pt	Amnio fld	Qn		CHEM	ACTIVE
66179-3	Exclusion criteria for fasting plasma glucose	Find	Pt	^Patient	Nom	PhenX	PHENX	TRIAL
6777-7	Glucose	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	DEPRECATED
6883-3	Glucose.protein bound	MCnc	Pt	Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
72650-5	Glucose.serum-glucose. pericard fld	SCncDiff	Pt	Pericard fld+Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE
72651-3	Glucose.serum-glucose. plr fld	SCncDiff	Pt	Ser/Plas+Plr fld	Qn		CHEM	ACTIVE
72171-2	Glucose tolerance 2H panel	-	-	Ser/Plas	Qn		PANEL CHAL	ACTIVE
72516-8	Glucose	SCnc	Pt	Bld	Qn	Test strip. automated	CHEM	ACTIVE
72648-9	Glucose.serum-glucose. synv fld	SCncDiff	Pt	Ser/Plas+Synv fld	Qn		CHEM	ACTIVE
72649-7	Glucose.serum-glucose. periton fld	SCncDiff	Pt	Periton fld+Ser/Plas	Qn		CHEM	ACTIVE

7.3 Einsatzzweck Datenübermittlung und Datenpooling

LOINC dient sowohl der elektronischen Datenübermittlung im Rahmen des Observation Reportings und des Order Entry als auch dem Pooling von Daten z.B. in elektronischen Krankenakten, Datawarehouses und Forschungsdatenbanken. LOINC kodiert grundsätzlich nur die Semantik einer klinischen Untersuchung oder Beobachtung; die Übermittlung oder Speicherung eines LOINC-Codes ist daher völlig syntaxfrei. Entsprechend lässt sich LOINC mit faktisch jedem Kommunikationsprotokoll und jedem Messaging-Standard nutzen. Wichtig ist lediglich, dass eine Kennzeichnung mit übermittelt werden kann, dass es sich beim genutzten Code für die Untersuchung um einen LOINC-Code handelt.

Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Nutzung von LOINC in einer standardisierten Laborbefunddatenkommunikation auf der Basis von HL7 Version 2: Abgebildet sind zwei Serumenzymwerte (ein leicht pathologischer Glutamat-Ox-Transaminase[GOT]- und ein normwertiger gamma-Glutamyltranspeptidase-[GGT]-Wert von 25 bzw. 15 U/l, hier fiktiv vom 22. November 2002, analysiert von einem Labor X) in der HL7v2-Syntax des OBX-Segments. Die Nachricht umfasst u.a. den Messwert (OBX-5), die Einheit (OBX-6), den Normwertbereich (OBX-7), die Kennzeichnung, ob ein pathologischer Wert und welcher Art vorliegt (OBX-8), das Untersuchungsdatum (OBX-14), das erbringende Labor (OBX-15) und natürlich vor allem die Untersuchungsart (im Feld OBX-3). Die Kennzeichnung besteht in diesem Feld aus drei Komponenten – dem Freitext-Bezeichner (OBX-3.2, nicht obligat standardisiert) als zweiter Komponente sowie dem Code und der Angabe des Codesystems als erster bzw. dritter Komponente. Hier findet sich entsprechend die LOINC-ID (OBX-3.1) (im Beispiel 2324-2 für die gamma-GT und 1920-8 für die GOT) und der Hinweis auf LOINC als Kodiersystem („LN“ in OBX-3.3).

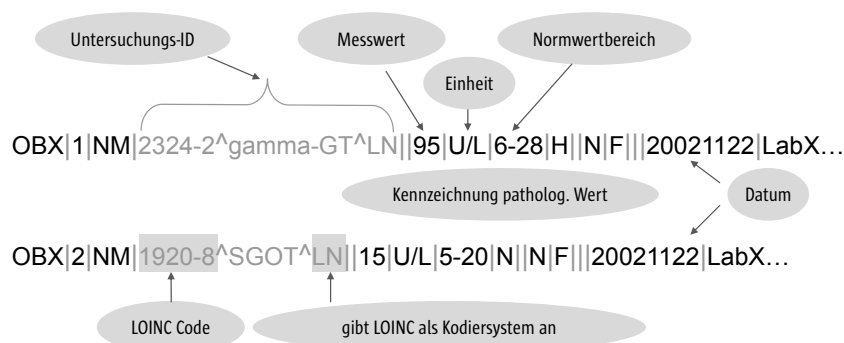


Abb. 4 LOINC in HL7v2: OBX-Segmente am Beispiel γ-GT und GOT (aus [Semler, 2002c])

Analog dazu lassen sich LOINC-Codes in jeder standardisierten Syntax verwenden:

- HL7 v2 (OBX-Segment Feld OBX-3.1 = Observation Identifier)
- HL7 v3 Messaging
- HL7 v3 CDA Documents (z.B. im VHitG-Arztbrief)
- LDT (Feld 8410 = Test-Ident)
- CDISC LAB, mit Einschränkungen auch CDISC SDTM
- CCR
- openEHR
- sowie in IHE-Profilen

Der Mehrwert einer solchen Normierung der übermittelten medizinischen Inhalte tritt dann zutage, wenn ein klinisches Informationssystem bzw. eine medizinische Datenbank Informationen zur gleichen Untersuchungsart von mehreren unterschiedlichen Einsendern (Laboren, Krankenhäusern, Devices) erhält. Verwenden die einsendenden Systeme unterschiedliche, proprietäre Bezeichner können die Daten im empfangenden System nicht oder nur nach individuellem Mapping-Aufwand zusammengeführt werden. Abbildung 5 veranschaulicht dies anhand der HL7-Kommunikation einer Enzymbestimmung der γ -Glutamyltransferase (γ -GT) im Serum aus drei unterschiedlichen Laboren. (Nur der Beginn des jeweiligen Messagesegments ist abgebildet.) Erst wenn einheitlich im Feld OBX-3.1 LOINC-Codes verwendet werden, kann ein empfangendes System automatisch „verstehen“, dass es sich um übersandte Daten zur gleichen Untersuchungsart handelt. Dabei ist das Elegante, dass Freitextbezeichner (im Feld OBX-3.2) – und damit natürlich-sprachliche Nomenklaturkonventionen in betreffenden Institution – als Display-Namen für den Anwender weiter genutzt werden können. Die Normierung über den

Labor 1: *herkömmlich, HL7 Message ohne standardisierte Nomenklatur:*

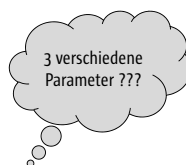
OBX| 1| NM| XY24^SGGT^L999| 1| 95| U/L|

Labor 2:

OBX| 1| NM| 1234^gamma-GT^ZL| 1| 95| U/L|

Labor 3:

OBX| 1| NM| GGT^g-Glutamyltransferase^Hausliste| 1| 95| U/L|



Labor 1: *HL7 Message mit LOINC-standardisierter Nomenklatur:*

OBX| 1| NM| 2324-2^SGGT^LN| 1| 95| U/L|

Labor 2:

OBX| 1| NM| 2324-2^gamma-GT^LN| 1| 95| U/L|

Labor 3:

OBX| 1| NM| 2324-2^g-Glutamyltransferase^LN| 1| 95| U/L|



Abb. 5 Nicht- vs. LOINC-standardisierte Labordatenkommunikation (aus [Semler, 2003])

LOINC-Code erfolgt zusätzlich und kann damit im Hintergrund geschehen, ohne den klinischen Anwender mit Codes und standardisierten Nomenklaturesystemen zu behelligen.

Abbildung 6 verdeutlicht: Der Nutzen der LOINC-Normierung entsteht insbesondere dort, wo klinische Daten (Laborbestimmungen, Vitalwerte, klinische Untersuchungen, andere Untersuchungsergebnisse) aus unterschiedlichen Quellen (einsendende Labore, Subsysteme, direkte Datenübermittlung von medizinischen Untersuchungsgeräten, manuelle Eingabe in die betreffende Datenbank etc.) zusammengeführt werden sollen.

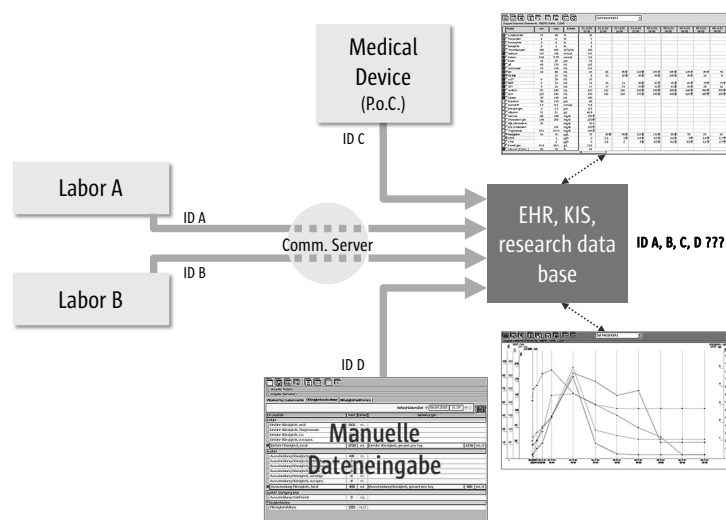


Abb. 6 Datenintegration und Data Pooling: LOINC ersetzt die in der Abbildung gezeigten proprietären Identifikatoren und ermöglicht so die Zusammenführung von Daten (nach [Semler, 2003])

Dabei sind die Anwendungsfälle mannigfaltig:

- Krankenhausinformationssysteme und Arztpraxissysteme in der Kommunikation mit externer Diagnostik,
- PDMS-Systeme in der Anästhesie und andere klinische Dokumentationssysteme mit breiter Direktanbindung von Messgeräten,
- Telemonitoring-Leitstellen, die von unterschiedlichen Sensoren und Diagnostiksystemen Daten empfangen,
- Persönliche Gesundheitsakten des Patienten, die von unterschiedlichen Leistungserbringern Daten übernehmen sollen,
- Studiendatenbanken und andere Forschungsdatenbanken, die im Rahmen multizentrischer Forschungsvorhaben Daten zusammenführen,
- Datenzusammenführung im Rahmen der Qualitätssicherung,
- Datenzusammenführung im Rahmen von Public Health und Gesundheitsberichterstattung.

In allen beispielhaft aufgeführten Szenarien profitieren empfangende und Daten zusammenführende IT-Systeme davon, wenn LOINC-normierte klinische Daten übermittelt werden und somit manuelle Aufwände und Zuordnungsfehler vermieden werden können. Voraussetzung ist freilich, dass die sendenden Systeme (korrekt zugeordnete) LOINC-Codes mit ihren Befunddaten übermitteln können.

7.4 LOINC in Deutschland

Erste deutschsprachige Anwendung fand LOINC in der Schweiz: Im Rahmen des CUMUL-Projekts des ELM (European Laboratory Medicine), einer 1997 begonnenen ersten Vorarbeit in Europa auf diesem Feld, wurde eine Auswahl, Kommentierung und dreisprachige Übersetzung von LOINC-Codes – darunter auch in deutscher Sprache – zu Zwecken der Laborqualitätssicherung am Schweizer Zentrums für Qualitätskontrolle (CSCQ) vorgenommen. Für die ausgewählten LOINC-Terms, allesamt aus dem Bereich Laboratory LOINC, sollten dauerhafte „reportable names“ als Bezeichner in vier Sprachen (Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch) etabliert werden [de Haan et al., 1999; de Haan, 2002b].

Im Jahr 2000 machte die HL7-Benutzergruppe in ihren Mitteilungen LOINC erstmals der breiteren Fachöffentlichkeit in Deutschland bekannt [McDonald et al., 2000].

In der Folge kam es zur Befassung mit LOINC in den Standardisierungsgremien (DIN NAMED FB G 1 & G 3, HL7 Benutzergruppe) und 2001 zu ersten Implementationen in Projekten und Produkten sowie zu erster Nutzung von LOINC im klinischen Routinebetrieb, zuerst in der Labormedizin in der LVA Westfalen [Semler et al., 2002a; Semler, 2002c] und 2002 im Universitätsklinikum Kiel, wo erstmals an einem universitären Standort ein komplettes LOINC-Mapping aller Parameter des Zentrallabors samt LOINC-normiertem Datenversand an die Subsysteme am klinischen Arbeitsplatz im Routinebetrieb erfolgte [Semler, 2003; Duhm-Harbeck, 2005]. Parallel hierzu begann die Evaluation von LOINC in einem Therapiemonitoring-Projekt der Klinischen Pharmakologie am Universitätsklinikum Erlangen. Etwas später folgten LOINC-Nutzungen in der Anästhesie und Intensivmedizin an den Standorten Gießen und Jena in Forschung und Versorgung [Michel-Backofen et al., 2005]. Einige Laborarztgruppen und die KBV befassten sich mit LOINC, um einen Einsatz im niedergelassenen Bereich zu prüfen. 2003 begann auch der Austausch der Softwareprodukt hersteller im Industrieverband VHitG hierzu. Ab 2004 wurden auf der jährlichen Industriemesse ITEG (später conhIT) Industrieprodukte mit LOINC-Implementierungen präsentiert.

Anfang 2004 wurde eine formlose „LOINC User Group“ ins Leben gerufen, in der ein Erfahrungsaustausch zwischen Nutzern aus den unterschiedlichen

Domänen stattfand [LOINC User Group, 2004–2015]. 2005 folgte die Gründung der Projektgruppe „Standardisierte Terminologien in der Medizin (STM)“ in der Fachgesellschaft GMDS, Ende 2006 die Gründung des Technical Committee (TC) Terminologien der HL7 Benutzergruppe Deutschland (später Teil des gemeinsamen Interoperabilitätsforums von HL7 und IHE Deutschland). Alle Gruppen arbeiteten in Bezug auf LOINC eng zusammen. Das DIMDI wurde angefragt und motiviert, sich im Rahmen der nicht gesetzlich vorgeschriebenen Klassifikationssysteme auch um LOINC zu kümmern. Seit 2005 hostet das DIMDI für Deutschland den LOINC-Katalog, stellt einige Basisinformationen zur Verfügung und fungiert als Anlaufstelle für die Meldung fehlender Codes an das Regenstrief Institute [DIMDI, 2005–2015]. 2005 wurde im Auftrag des DIMDI der LOINC User Guide ins Deutsche übersetzt und verfügbar gemacht [Heubeck et al., 2005] 2007 und 2009/10 erfolgten durch das DIMDI Teilübersetzungen der LOINC-Terms ins Deutsche, unter Nutzung von Vorarbeiten aus Österreich und Deutschland, aber auch des Schweizer CUMUL-Projekts. Bei den Übersetzungen ist sowohl eine terminologische als auch eine medizinisch-fachliche Qualitätssicherung vorgenommen worden. Die übersetzten LOINC-Terms sind heute Bestandteil der RELMA-Datenbank.

In der medizinischen Forschung wurde von LOINC erst verzögert Notiz genommen, insbesondere im Bereich der klinischen Studien standen andere Standards und Terminologien im Vordergrund (z.B. die CDISC Standard Familie, MedDRA, ATC, im Bereich Biobanking zusätzlich SPREC). Anfang Januar 2007 führte die TMF in Kooperation mit der GMDS-Projektgruppe STM und HL7 einen ersten Workshop „Terminologien und Ontologien in der medizinischen Forschung und Versorgung“ durch, auf welchem die Perspektiven der Terminologienutzung in der medizinischen Forschung und mögliche strategische Festlegungen hierzu diskutiert wurden [TMF, 2007]. Insbesondere das Potential von LOINC für die Forschung, aber auch notwendige, Versorgung und Forschung übergreifende Koordinationsaufgaben zur Vorbereitung und Begleitung wurden herausgearbeitet. Von besonderem strategischen Interesse war, inwieweit sich LOINC innerhalb der CDISC-Standards nutzen lässt, die an den universitären Standorten im Rahmen von TMF-Projekten eingeführt worden waren, wie man also terminologisch zu einer „gemeinsamen Sprache“ in Forschung und Versorgung kommen kann [Drepper et al., 2005; Drepper et al., 2007].

Diese Fragestellung ist auch in der pharmazeutischen Industrie virulent geworden, wie schon im Rahmen des 1. Nationalen CDISC Symposiums der TMF 2005 deutlich wurde, da einige Unternehmen sich mit der internen Nutzung kontrollierter Terminologien in ihren Studiendatenbanken befassten [TMF, 2005]. Auch die deutschsprachige CDISC User Group begann 2009, sich in ihren Meetings mit dieser Fragestellung zu befassen [CDISC User Group 2007–2015]. Ein unter dem Dach von der TMF von mehreren akademischen Partnern gemeinsam aufgebautes Metadaten-Repository (MDR) sieht die Möglichkeit

einer Referenzierung auf LOINC vor, was grundsätzlich die Wiederverwendung von bereits LOINC-normierten Datenelementen für Forschungsvorhaben erlauben würde [TMF, 2012; Univ. Leipzig, 2012].

Trotz dieser Vorarbeiten, interessierter Fachdiskussionen und positiver Erfahrungsberichte ist man von einem flächendeckenden Einsatz von LOINC in der Routineanwendung in Versorgung oder Forschung nach wie vor noch weit entfernt. Nur sehr langsam stieg der Nutzungsgrad, obgleich es schon frühzeitig an entsprechenden Empfehlungen nicht mangelte. Von der Telematik-Expertise der Industrie 2003 [BITKOM et al., 2003] über die bit4health-Konzepte von 2004 [IBM et al., 2004] bis hin zur eHealth-Planungsstudie Interoperabilität von 2014 [BearingPoint et al., 2014] – stets wird LOINC als wichtiges Element zur Schaffung von semantischer Interoperabilität genannt und sein (verbindlicher) Einsatz für bestimmte Dokumentationsbereiche gefordert. Auf die Bedeutung eines kontrollierten Vokabulars für den Nutzen einer Telematikinfrastruktur im Gesundheitswesen ist frühzeitig hingewiesen worden [Semler, 2004].

Eine Bestandsaufnahme im Jahr 2008 ergab wenig Routineeinsatz, aber einige Erfahrungen und viel Potential für den Einsatz von LOINC in unterschiedlichen Anwendungsbereichen [Thun et al., 2008]:

- Laboratoriumsmedizin
- Intensivmedizin
- Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS)
- Arztbrief und medizinische Dokumentation
- Scores und Assessments
- Klinische und epidemiologische Forschung

Zuletzt kamen zudem erste Erfahrungen im Bereich Mikrobiologie und Gesundheitsberichterstattung (elektronische Meldungen gemäß Infektionsschutzgesetz) hinzu [Treinat, 2015].

In den folgenden Abschnitten kann nur auf einige Anwendungsbereiche exemplarisch eingegangen werden.

Insgesamt ist der LOINC-Nutzungsgrad in Deutschland gegenüber jenem in den USA über etliche Jahre weit zurück geblieben. Erst in den letzten Jahren ist eine Intensivierung der LOINC-Nutzung zu verzeichnen. Dabei ist interessanterweise nicht der „Laboratory LOINC“ im Fokus des Interesses, sondern die Konzepte im „Clinical LOINC“ zur einfachen Kodierung von medizinischen Dokumenten und Segmenten in medizinischer Dokumentation. Je weiter CDA-Dokumente mit strukturierten medizinischen Inhalten Verbreitung finden, desto häufiger werden hierfür LOINC-Codes und die LOINC Clinical Document Ontology verwendet. Tabelle 5 zeigt beispielhaft einige LOINC-Terms zur Kodierung von medizinischer Dokumentation.

Tab. 5 LOINC-Terms zum Kodieren von häufig vorkommenden medizinischen Dokumenten
(aus [Thun et al., 2008])

LOINC-Code	LOINC-Name
11502-2	Laboratory report.total
11528-7	Study.total
11490-0	Discharge summary note
11488-4	Consultation note
33720-4	Blood bank consult
34130-5	Subsequent evaluation note
18751-8	Study report
11504-8	Surgical operation note
34104-0	Consultation note
34133-9	Summarization of episode note
11492-6	History & physical note
15508-5	Labor and delivery records

CDA-Dokumente gewinnen in den letzten Jahren zunehmend praktische Bedeutung beim Aufbau regionaler elektronischer Patientenakten (EPA bzw. EHR) auf der Basis von IHE-XDS. Für Ablage und Zugriff in diesen Patientenakten von unterschiedlichen Standorten aus ist es wichtig, institutionsübergreifend eindeutig zu kennzeichnen, um welches Dokument bzw. um welches Segment der Dokumentation es sich handelt. Hierfür spielen „Clinical LOINC“ und die LOINC Clinical Document Ontology heute bereits eine wesentliche Rolle. Auch die Nutzung dieser Patientenakten für Forschungsfragestellungen wird durch die LOINC-Codes geeignet unterstützt [Huser et al., 2012].

Auch im Datenmanagement großer Forschungsprojekte gibt es Überlegungen zur Normierung: Eines der großen Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung (DZG) plant, an dieser Stelle LOINC einzusetzen.

7.5 Hürden und Hindernisse

Die wichtigsten Hürden und Hindernisse, die einer breiteren Verwendung von LOINC (nicht nur in Deutschland) entgegenstehen, sind eindeutig:

1. Der einmalige Mapping-Aufwand bei der Zuordnung der eigenen durchgeführten Beobachtungen und Messungen zum korrekten LOINC-Term ist hoch und braucht medizinisch-fachliche wie auch, in geringerem Maße, terminologische Expertise.
2. Erschwert wird der Umgang mit dem Katalog dadurch, dass nach wie vor wesentliche Teile nur in englischer, nicht in deutscher Sprache vorliegen.

3. Vor allem aber sitzen der Aufwand für das LOINC-Mapping und der Nutzen durch den Empfang normierter LOINC-Daten verteilt: Der Sender hat den Aufwand, der Empfänger im Wesentlichen den Nutzen. Ohne Anreizsysteme, die dies ausgleichen, wird man keine nennenswerte Nutzung eines kontrollierten Vokabulars erreichen. Wo kein LOINC-Code gesendet wird, dort können auch keine LOINC-normierten Daten empfangen, weiterverarbeitet und gespeichert werden.
4. Auch ist die Versionskontrolle nicht einfach und mitunter eine Hemmschwelle: Zwar wird jeder Code nur einmal vergeben und nach Verlust seiner Gültigkeit als solcher markiert in der Datenbank beibehalten. Aber durch Fortfall oder Hinzukommen eines Codes zum Katalog könnte sich Auswahl beim Mapping verändern. Bestehende Mappings und Auswahllisten müssten daher in geeigneten Abständen gegenüber neueren Katalogversionen überprüft werden, um vollständige Interoperabilität zu gewährleisten.
5. Schließlich gibt es Unsicherheiten durch mangelnde zentrale Festlegungen und durch den Overlap mit anderen vorhandenen Standards. Hierbei sind zunächst C-NPU (Committee on Nomenclature, Properties, Units), eine komplette Parallelentwicklung der International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) und der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) [Cornelis et al., 1997; Külpmann, 2005], und VITAL (Vital Signs Information Representation, CEN ENV 13734/35, heute Bestandteil von ISO IEEE 11073) im Bereich der Elektrophysiologie [Weigand, 2005] zu nennen, weiterhin partiell auch DICOM und Kodiersysteme für Prozeduren sowie schließlich SNOMED CT.

C-NPU als sehr ähnlicher, multiaxialer Katalog für Laborbestimmungen (nicht jedoch darüber hinaus) war zu Beginn des letzten Jahrzehnts ein ernsthafter Alternativkandidat zu LOINC, weswegen es in Projekten und Fachgremien Verunsicherung ab [de Haan, 2002a] und sich 2009 IHTSDO und das Regenstrief Institute bemühten, eine Kooperation und Konvergenz mit C-NPU herbeizuführen [IHTSDO et al., 2009; IFCC et al., 2009]. Heute ist C-NPU mangels Nutzung und Nachfrage ebenso wenig wie VITAL eine wirkliche Alternative zu LOINC als Vokabular und Nomenklatur. Problematischer sieht die Abgrenzung zu SNOMED CT aus. Grundsätzlich kann nahezu jeder präkoordinierte Term im „großen Bauchladen“ LOINC auch postkoordiniert als SNOMED CT Term ausgedrückt werden. Neben lizenzrechtlichen Rahmenbedingungen bleibt offen, ob die Nutzung des deutlich mächtigeren, aber auch komplexeren Werkzeugs SNOMED CT in allen Fällen die richtige Antwort darauf ist, dass die Komplexität des Mappings auf LOINC bislang eines der hauptsächlichen Hindernisse für eine weitere Verbreitung dieser Nomenklatur gewesen ist. Auch dürfte fraglich sein, ob Kooperationsvereinbarungen, die Konvergenz der Achsen und damit grundsätzliche Änderungen der

Standards ankündigen [IHTSDO et al., 2013], das richtige Signal sind, um Vertrauen in Zukunftssicherheit und Handhabbarkeit dieser Standards hervorzurufen.

6. Für die klinische Forschung gibt es weitere Hindernisse: Zum einen hängt sie grundsätzlich an der Patientenversorgung. Daten, die dort nicht semantisch normiert erhoben und gespeichert werden, stehen für die klinische Forschung auch nicht normiert zur Verfügung. Zum zweiten behindern ausgerechnet die CDISC-eigene CDISC Controlled Terminology und der im Bereich der klinischen Forschung meistverbreitete CDISC-Standard, CDISC SDTM, die Nutzung von LOINC durch mangelnde Kompatibilität. Die Strukturen der CDISC SDTM-Felder sind so definiert, dass sie keine vollständig disjunkte Abbildung der LOINC-Achsen erlauben. Ohne eine Änderung des etablierten CDISC SDTM Models wird daher eine LOINC-Nutzung, die auch für die pharmazeutische Forschung interessant ist, erschwert bzw. unmöglich [Aerts, 2015]. Hoffnung auf eine solche Änderung macht die aktuelle Ankündigung der Food and Drug Administration (FDA) der USA, LOINC in den Studiendaten von Zulassungsstudien nicht nur zu akzeptieren, sondern auch zur Nutzung von LOINC aufzurufen [FDA, 2015].

7.6 LOINC in der Laboratoriumsmedizin

Die Informationstechnologie hat in den vergangenen 25 Jahren sehr tiefgreifend und flächendeckend Einzug in die Laboratoriumsmedizin gehalten. Sie trägt maßgeblich zur Verbesserung der Prozesse und der Ergebnisse in der Laboratoriumsmedizin bei [Luthe, 2008]. LOINC ist frühzeitig als auch für Deutschland geeignete terminologische Komponente in der Labor-IT identifiziert worden [Duhm-Harbeck, 2008]. In jüngerer Zeit konnte zudem gezeigt werden, dass das zeitaufwändige Mapping der Untersuchungen auf die LOINC-Nomenklatur mittlerweile recht effektiv durch die verfügbaren Werkzeuge unterstützt wird (halbautomatisches Mapping mit RELMA) [Zunner et al., 2013].

Wesentliche Anwendung findet LOINC in der **elektronischen Übermittlung von Laborbefunddaten (Observation Reporting)**, wie zuvor bereits dargestellt (s. Abb. 5 und 6). Die Laborinformationssysteme (LIS) führen hierfür neben internen Identifikatoren und Bezeichnern für die an einem bestimmten Untersuchungsmaterial durchgeführten Untersuchungen auch die LOINC-ID und übermitteln diese im Rahmen der Ergebnisübertragung mit an das klinische System des behandelnden Arztes (Klinikinformationssystem [KIS], Klinisches Arbeitsplatzsystem [KAS], Elektronische Patientenakte [EPA] oder Arztpraxisinformationssystem [APIS]). Dieses kann die normierte LOINC-ID zur Untersuchung mitspeichern und für Datenzusammenführung oder weitere algorithmische Datenverarbeitung nutzen [Semler, 2003; Duhm-Harbeck, 2008].

Letzteres wird insbesondere dann bedeutsam, wenn klinische Versorgungsdaten für Forschungsfragen aufbereitet und nachgenutzt werden sollen.

Problematischer ist die Handhabung von LOINC, wenn nicht nur die Befundübermittlung, sondern auch die **Laboranforderung** in Rahmen eines vollständig elektronischen **Order Entry**-Prozesses LOINC-normiert erfolgen soll. LOINC bildet in seinen Codes sehr detaillierte Unterschiede hinsichtlich Skalentyp und Methode ab. Welche Untersuchung im Detail erfolgte und in welcher Skala gemessen wurde, ist zwar dem Labor zum Zeitpunkt der Befunddatenübermittlung bekannt – nicht jedoch unbedingt dem anfordernden Arzt bei der Laboranforderung, für den bestimmte Details zuweilen auch unerheblich sein dürften. LOINC, als flaches Vokabular, bietet aber keine normierten Hierarchien wie in einer Klassifikation, auf Basis welcher man eine Order auf einem geringen Granularitätslevel normiert aufgeben könnte. An dieser Stelle wird der Granularitätsgrad von LOINC zu einem Problem, solange es keine Möglichkeit bietet, Terme zu Gruppen zusammenzufassen. Hierfür sind in den letzten Jahren einige Ansätze zur multiaxialen Hierarchie eingeführt worden, und neueste Erkenntnisse geben Hinweise darauf, dass der Order Entry-Prozess mithilfe der eingangs dargestellten LP-Codes zufriedenstellend unterstützt werden kann, eine wesentliche Hürde für die Nutzung von LOINC in diesem Prozess damit also genommen sein dürfte [Pantazoglou et al., 2014]

Ein weiterer wichtiger Nutzen der LOINC-Normierung zeigt sich bei **Systemwechseln in der Labor-IT**. Für eine Datenübernahme von Altdaten in ein neues IT-System ist es erforderlich, die Datenstrukturen des alten und des neuen Systems auch semantisch zusammenzuführen. Die Einigung auf Standards wie LOINC vereinfacht dies. Vor allem aber kann hierdurch erreicht werden, dass diejenigen Systeme und Anwender, die vom Labor Daten erhalten, von dem IT-Systemwechsel im Labor kaum etwas bemerken, sofern vorher wie nachher die Befunddaten LOINC-normiert eingehen. Dergestalt konnten Systemwechsel erfolgreich und mit hoher Akzeptanz bei den Anwendern durchgeführt werden [Friedrich et al., 2007; Thun et al., 2008].

Laborärzte wie Kassenärztliche Vereinigungen haben frühzeitig geprüft, inwieweit LOINC nicht nur zur Befunddatenübermittlung, sondern auch zur **Leistungserfassung und Leistungsabrechnung** genutzt werden könnte. Dabei ist schnell deutlich geworden, dass LOINC alleine für die Leistungserfassung nicht geeignet ist [Jakob, 2005] – zu unterschiedlich sind die Ansätze: Während LOINC prioritär die Intention verfolgt, allumfassend unterschiedliche Beobachtungen und Messungen im Rahmen der Ergebnisdarstellung abzubilden, wobei unterschiedliche Methoden nur dann eine Rolle spielen, wenn sie für die Interpretation der Beobachtung bzw. Messung eine herausragende Rolle spielen, verhält es sich bei der Abrechnung nach GOÄ oder EBM genau anders herum: Hier steht die Methode und der mit ihr verbundene Aufwand im Mittelpunkt. Ein einfaches Mapping ist angesichts dieser *n:m*-Beziehung nicht möglich – auf der einen Seite bräuchte LOINC eine hierarchische

Zusammenfassung bei den Untersuchungsarten und Messskalen, auf der anderen Seite müsste eine zusätzliche Subdifferenzierung auf Ebene der Methoden eingeführt und zugeordnet werden, um vollständig kompatibel zu den Leistungskatalogen zu sein. Gleichwohl gab es Überlegungen, LOINC zumindest für ein auch über die Landesgrenzen hinweg kompatibles **Leistungsverzeichnis** zu nutzen [Müller et al., 2002], das ggf. um eine weitere Methodenachse erweitert werden könnte; diese Ideen sind bis heute aber nicht weiter verfolgt worden.

Schließlich wurden in der Vergangenheit mehrfach Überlegungen angestellt, LOINC zur Datenzusammenführung bei **Ringversuchen** im Rahmen der **laborärztlichen Qualitätssicherung** zu nutzen, wie sie die Fachgesellschaften Gesellschaft zur Förderung der Qualitätssicherung in medizinischen Laboratorien e.V. (INSTAND) und Deutsche Vereinigte Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin e.V. (DGKL) durchführen. Wie bereits dargestellt, gibt es in der Schweiz durch das CUMUL-Projekt hierzu Vorerfahrungen; eine Umsetzung in Deutschland ist bislang nicht erfolgt.

Im Vergleich der deutschsprachigen Länder kann man festhalten, dass es in der Labormedizin in Österreich mehr Routineeinsatz von LOINC in der laborärztlichen Befundübermittlung gibt, in der Schweiz mehr Erfahrung mit dem Nutzen von LOINC in der Qualitätssicherung.

7.7 LOINC in der Intensiv- und Notfallmedizin – Nutzung in Patientenversorgung und Forschung

Der Bereich der Intensiv- und Notfallmedizin stellt im Rahmen der Medizinischen Dokumentation eine besondere Herausforderung dar: Zum einen werden eine Vielzahl von Untersuchungen, einschließlich einer engmaschigen Patientenüberwachung, und Maßnahmen pro Zeit durchgeführt (zeitliche Dichte), auf der anderen Seite erfolgt dies in einem hochtechnisierten Umfeld.

Dies hat bereits früh dazu geführt, dass für die Intensivmedizin spezielle Informationssysteme, die sogenannten Patientendatenmanagementsysteme (PDMS) (teilweise auch Intensivinformationsmanagementsysteme (IMS) [Röhrig et al., 2006]) entwickelt wurden [Shubin et al., 1966; Schillings et al., 1978]. PDMS stellen dabei alle für die Patientenbehandlung relevanten Informationen berufsgruppenübergreifend am klinischen Arbeitsplatz patienten- und problemorientiert dar [Raetzel et al., 2005]. Dazu müssen PDMS die Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenführen [Raetzel et al., 2005; Röhrig et al., 2006; Röhrig et al., 2009]:

- Manuelle Eingaben, dies umfasst unter anderem:
 - Anamnese, einschließlich Pflegeanamnese (*zu großen Teilen narrativer Text, daher nur als Oberbegriff LOINC verwendbar*)
 - Diagnosen (*Abbildung über ICD*)

- Körperliche Untersuchungsbefunde und Beurteilung des Patienten, Pflegebeurteilung (*ca. zur Hälfte in LOINC abbildbar, vor allem wenn Bewertung auf Skalen vorliegen*)
- Dokumentation von Maßnahmen (*nicht in LOINC abzubilden*)
- Arzneimitteltherapie (*nicht in LOINC abzubilden*)
- Ein- und Ausfuhr des Patienten (*prinzipiell in LOINC abzubilden, häufig zusätzliche Codes oder Postkoordination erforderlich*)
- Patientenbezogene Medizingeräte, dies umfasst unter anderen:
 - Patientenüberwachung (Monitoring) (*nahezu vollständig in LOINC abbildbar*)
 - Beatmungsgeräte (*weitestgehend in LOINC abbildbar*)
 - Spritzenpumpen und Volumetrische Pumpen (Fluidmanagement) (*zu geringem Teil in LOINC abbildbar*)
 - Geräte für Nierenersatzverfahren (Hämodialyse, Dialyse) oder Leberersatzverfahren (Leberdialyse) (*eingeschränkt in LOINC abbildbar*)
- Point of Care Geräte (werden vom Personal der Intensivstation für mehrere Patienten verwendet): Dies umfasst unter anderen:
 - Blutgasanalyse (ggf. einschließlich Elektrolyte und weiterer Laborparameter wie Lactat) (*vollständig in LOINC abbildbar*)
 - Blutzucker (*vollständig in LOINC abbildbar*)
 - ggf. auch Geräte für Nieren- oder Leberersatzverfahren (*s.o.*)
 - Sonographiegeräte (Befunde nur Top-Level in LOINC abbildbar)
 - 12-Kanal-EKG (Befunde nur Top-Level und einzelne abgeleitete Parameter in LOINC abbildbar)
- Daten aus anderen Informationssystemen, unter anderem:
 - Stammdaten und Verlegungsdaten (HL7 ADT) aus den PDM-Modulen des Krankenhausinformationssystems (KIS) (*keine Anwendung von LOINC*)
 - Diagnosen aus dem KIS / KAS (*Abbildung über ICD*)
 - Laborbefunde aus dem Laborinformationssystem (LIS) (*sehr gut in LOINC abbildbar*)
 - Mikrobiologiebefunde (LIS, ggf. spezielles System für Mikrobiologie) (*eingeschränkt in LOINC abbildbar*)
 - Informationen zu Blutkonserven (LIS, ggf. Blutbanksystem) (*nur Top-Level in LOINC abbildbar*)
 - Radiologiebefunde aus dem Radiologieinformationssystem (RIS) (*nur Top-Level und einzelne Messparameter in LOINC abbildbar*)
 - Daten aus verschiedenen Spezialsystemen (Notaufnahmesysteme (z.B. Emergency Department Informationssysteme, EDIS), Anästhesieinformationsmanagementsysteme (AIMS), OP-Dokumentationssysteme) (*Abbildbarkeit in LOINC nicht generalisiert zu bewerten, da sich die einzelnen Protokolle wiederum aus verschiedenen Elementen vergleichbar der Intensivdokumentation zusammensetzen (siehe auch [Edeler et al., 2014]).*)

Die in einem PDMS aus den unterschiedlichen Quellen zusammengeführten Daten werden häufig alleine, aber vor allem auch in Kombination für diagnostische und therapeutische Entscheidungen verwendet. Hier sind aus technischer Perspektive die folgenden Datennutzungen zu unterscheiden:

- Darstellung von Verläufen von Parametern, dargestellt aus verschiedenen Quellen, z.B. Blutzuckerwerte (Quellen Labor, POC, BGA), Insulingaben (manuell, Fluidmanagement) und Kohlehydrataufnahme (manuell, Fluidmanagement) zur Beurteilung der Insulintherapie oder Entzündungsparametern (Labor), Temperatur (Monitoring), Atemfrequenz (Monitoring, Beatmungsgerät), Mikrobiologiebefunde, Antibiotikatherapie) zur Beurteilung der antiinfektiven Therapie);
- Berechnung von Quotienten, wie z.B. dem Oxygenierungsindex (Horowitz-Quotient), der sich aus dem Sauerstoffpartialdruck PaO_2 (Quelle: BGA-Gerät (Point of Care Testing, POCT) oder Labor (LIS)) geteilt durch die inspiratorische Sauerstoffkonzentration FiO_2 (Quelle: Beatmungsgerät) berechnet;
- Berechnung einer Flüssigkeitsbilanz, bei der die Summe der Ausfuhr aller Flüssigkeiten in einem Zeitraum (verschiedene Quellen (z.B. Dialysegeräte), meist jedoch manuell) von der Summe der gesamten Einfuhr in diesem Zeitraum (z.B. Nahrung (manuell) und Trinkmenge (manuell, bei Sonden ggf. Pumpe), Spritzenpumpen und Infusionen (Fluidmanagement)) subtrahiert wird;
- Berechnung von Scores zur Abschätzung von Risiken (z.B. APACHE II [Knaus et al., 1985; Junger et al., 2002], SAPS II [Le Gall et al., 1993; Engel et al., 2003]);
- aktive Entscheidungsunterstützung durch Erinnerungen (Reminder), Hinweise und Benachrichtigungen (Alerts) bis hin zu Therapieempfehlungen [Bosmann et al., 2005; Röhrig et al., 2007a];
- Ableitung von Daten zur Entgeltermittlung [Norrie et al., 2000; Röhrig et al., 2007b; Castellanos et al., 2013];
- Nutzung der Routinedaten für die Forschung.

Dieser Datennutzung ist gemeinsam, dass die jeweiligen Daten von dem PDMS „verstanden“ werden müssen, die Daten also semantisch eindeutig kodiert vorliegen müssen. Derzeit werden in der Fläche vor allem proprietäre Codes verwendet, die nicht einmal innerhalb der Produkte und Installationen eines Herstellers konstant sein müssen. So senden verschiedene Vitaldatenmonitore für das gleiche Konzept „invasiv gemessener Systolischer Blutdruck“ unterschiedliche Codes. Dementsprechend müssen die PDMS-Module, die solche Daten verarbeiten, für jede Installation individuell konfiguriert werden. Da sich jedoch sowohl die Medizingeräte, deren Softwarestand als auch die Parametrierung der datenliefernden Systeme verändern kann, besteht die Notwendigkeit, die Konfiguration innerhalb des PDMS kontinuierlich zu pflegen. Andernfalls besteht das Risiko einer Fehlbehandlung aufgrund fehlender oder

ggf. falsch berechneter Informationen. Der mit der Implementierung und Pflege verbundene Aufwand ist extrem hoch und ist ein wesentlicher Grund, weshalb sich die aktive Entscheidungsunterstützung trotz der hohen Digitalisierung der Intensivdokumentation nicht durchsetzen kann.

Untersuchungen zeigen, dass sich LOINC für die Annotation der meisten quantitativen Parameter wie Laborergebnisse einschließlich POCT, sowie für die Daten aus Vitaldatenmonitoren oder Beatmungsgeräten eignet [Röhrig et al., 2009; Abhyankar et al., 2012]. Zur Qualitätssicherung einer semantisch eindeutigen Codierung für die PDMS-internen Parameterbezeichnungen bietet sich LOINC bzw. die LOINC-Methodik zwar auch an, jedoch ist der Aufwand im Vergleich zum Nutzen relativ gering. Hier ist der Mehrwert durch Aufwandsreduktion, aber auch an Betriebs- und Patientensicherheit höher, wenn dies jeweils in den Datenquellen verwirklicht wird.

Eine Herausforderung für viele der heute am Markt verfügbaren PDMS stellt die hohe Differenzierung der LOINC-Codes dar. So ist in den meisten Fällen für den Intensivmediziner die Messmethode von nachgeordnetem Interesse. Ebenso ist der Ort der Messung von Blutdruck oder Sauerstoffsättigung meist irrelevant, allerdings mit Ausnahmen wie z.B. nach Gefäßoperationen zur Überwachung der Durchblutung. Es würde den Nutzen auf Seiten der PDMS-Hersteller und -Betreiber erhöhen, wenn es LOINC-Codes zu Gruppen von LOINC-Codes für bestimmte Fragestellungen geben würde (z.B. alle arteriellen PaO_2 -Werte die sich zur Berechnung der Horovitz-Quotienten eignen).

PDMS sind jedoch nicht nur Datenempfänger, sie stellen auch anderen Systemen Daten für die Entgeltermittlung, Qualitätssicherung oder Forschung zur Verfügung [Norrie et al., 2000; Röhrig et al., 2007b; Castellanos et al., 2013; Zunner et al., 2014]. In diesem Fall sind dies häufig berechnete Daten wie z.B. die berechneten Scores. Würde man hier konsequent die Methode zur Ermittlung von LOINC-Codes anwenden, so müsste die Messmethode mit in die Differenzierung einfließen. Da es sich bei den Scores aber um eine Aggregation verschiedener Daten aus unterschiedlichen Quellen handelt, bei denen sowohl Messverfahren wie auch die verwendeten Messintervalle (zeitliche Granularität) einen Einfluss auf das Ergebnis haben können, wäre das Ergebnis ein karthesisches Produkt der verschiedenen LOINC-Codes der Quellen der einzelnen in die Berechnung eingehenden Parameter. Hier wäre ggf. ein pragmatischer Ansatz zur Clusterung der wichtigsten Eigenschaften zur Beschreibung der „Messmethode“ sinnvoll.

Fazit: Im Bereich der Intensivmedizin können die Ziele der Interoperabilität zwar auch ohne semantischen Standard erreicht werden, jedoch ist der Aufwand, da er in jeder Installation betrieben werden muss, hoch. Dies verhindert die Entwicklung, aber vor allem auch die Verbreitung von Funktionalitäten, die diese Daten für Berechnungen und Analysen nutzen. Bei einer kon-

sequenten Einführung von LOINC würden aber auch Weiterentwicklungen der PDM-Systeme wie auch von LOINC notwendig.

Während im Bereich der Intensivmedizin Daten vor allem zwischen den Informationssystemen innerhalb eines Hauses ausgetauscht werden und damit die Herstellung einer Interoperabilität über Hausstandards möglich ist, erfordert die digitale Kommunikation zwischen Rettungsdienst und Klinik aufgrund der heterogenen Organisationen der Quell- (Einsatzfahrzeuge) und Zielsysteme (Kliniken) zwingend eine semantische Standardisierung. Die Basis dazu sollten die als de-facto-Standard in Deutschland verbreiteten Dokumentationsstandards der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv und Notfallmedizin (DIVI) für den Rettungsdienst (DIVI Rettungsdienstprotokoll, DIVI Notarztprotokoll) und die Notaufnahme (DIVI-Notaufnahmeprotokoll [Kulla et al., 2014]) liefern. Zwar konnte in einer Feasibility-Studie gezeigt werden, dass ein proprietäres Protokoll aus einem Notfallmedizinischen Informationssystem (NIS) in eine Klinik auf HL7 V2 unter Verwendung von LOINC umgesetzt werden konnte, jedoch wurden hier auch unspezifische und krankenhausinterne Codes verwendet [Stöhr et al., 2012]. Eine weitere Untersuchung zur Anwendbarkeit von LOINC in der Kommunikation zwischen NIS und KIS zeigte, dass 60 der 153 (39%) zu kodierenden Codes hinreichend in LOINC abgebildet waren. Viele dieser Codes beziehen sich auf das amerikanische NEMESIS-Projekt [NEMESIS], welches vergleichbar mit dem deutschen AKTIN-Projekt die Dokumentation und Interoperabilität in der Notfallmedizin sektorenübergreifend verbessern will. Für eine deutsche Umsetzung, z.B. in einem entsprechenden Implementierungsleitfaden für das Rettungsdienstprotokoll sind entsprechenden Erweiterungen aufgrund deutscher Besonderheiten in LOINC erforderlich und müssten dementsprechend beantragt werden.

Für das Notaufnahmeprotokoll besteht für das Basismodul bereits ein CDA-Implementierungsleitfaden. Aufgrund der Vielzahl von qualitativen Parametern wurde dabei jedoch auf SNOMED CT als führende Terminologie zurückgegriffen. Alternativ wäre aber auch eine spezifische Erweiterung der LOINC-Codes wie im NEMESIS-Projekt denkbar gewesen.

7.8 Fazit und Ausblick

LOINC bildet medizinische Beobachtungen und Untersuchungen in einer großen Breite ab und ist in unterschiedlichen Anwendungsbereichen bereits erfolgreich eingesetzt worden. LOINC ist mit vergleichsweise geringem technischem Aufwand nutzbar, zudem steht es ohne Lizenzkosten frei zur Verfügung. In den letzten fünf Jahren ist ein steigendes Interesse und eine zunehmende Zahl von Implementationen von LOINC zu finden, insbesondere im Bereich „Clinical LOINC“ im Rahmen elektronischer medizinischer Dokumentation auf der Basis von HL7 CDA.

Es bleibt aber bemerkenswert, wie langsam und begrenzt LOINC Verbreitung in der Routineversorgung Deutschlands gefunden hat. Insbesondere in der apparativen Diagnostik wäre eine Normierung mittels LOINC bei überschaubarem Aufwand und mit schmalen Einstiegsszenarien einzuführen, ohne dass ein klinischer Nutzer sich mit Katalogen und Code-Systemen befassen muss und mithin Akzeptanzprobleme drohen. Betrachtet man mögliche Hürden, die einer Nutzung von Terminologiesystemen entgegenstehen, so scheinen lizenzrechtliche Fragen nur ein nachgeordnetes Problem darzustellen. Vielmehr scheinen mangelnde Anreizsysteme bei ungleicher Verteilung von Aufwand und Nutzen eine wesentliche Barriere zu sein. Wer semantische Standardisierung will, muss daher hier ansetzen. Auch scheint es wichtig, die Einstiegshürden gering zu halten und die fachliche Komplexität nicht dadurch zu groß werden zu lassen, dass man einen zu großen Anlauf nimmt. Hierzu sei noch einmal die am Beginn der LOINC-Entwicklung stehende Stellungnahme des Board of Directors der AMIA von 1994 zitiert: „*The goal is to have an acceptable code system for each kind of data. It is not necessary (it may not, even be desirable) to have all of the codes come from a single master code system, because computers can integrate multiple code systems easily while avoiding collisions among assigned codes by adding a code source designation. Consequently, we can create a suitable first-phase set of codes for the computer-based medical record by borrowing from many different existing code systems.*“ [AMIA Board of Directors, 1994] Diese Leitsätze haben auch für Deutschland 2015 ff. Gültigkeit und Relevanz.

Nicht zuletzt ist kein Standard perfekt und für die Ewigkeit – mithin ist internationale Mitarbeit in den Standardisierungsgremien ebenso wie der interdisziplinäre Austausch und die fachliche Begleitung der Implementierungen im nationalen Rahmen essentiell. Auch hierfür bedarf es stringenterer Anreize und wirkungsvollerer Strukturen als bislang.

Literatur und Verweise

- [Abhyankar et al., 2012] Abhyankar S, Demner-Fushman D, McDonald CJ.: Standardizing clinical laboratory data for secondary use. *J Biomed Inform.* 2012 Aug;45(4):642–50.
- [Aerts, 2015] Aerts J. An Alternative CDISC-Submission Domain for Laboratory Data (LB) for Use with Electronic Health Record Data. *Europ J Biomed Informatics* 11(1): 2–9. (2015)
- [AMIA Board of Directors, 1994] Board of Directors of the American Medical Informatics Association (AMIA). Standards for medical identifiers, codes, and messages needed to create an efficient computer-stored medical record. American Medical Informatics Association. *J Am Med Inform Assoc* 1(1): 1–7. (1994)
- [BearingPoint et al., 2014] BearingPoint, Fraunhofer Fokus. eHealth-Planungsstudie Interoperabilität – Ergebnisbericht. Version 2.0. https://publicwiki-01.fraunhofer.de/Planungsstudie_Interoperabilitaet/index.php/Hauptseite (2014)
- [BITKOM et al., 2003] BITKOM, VDAP, VHitG, ZVEI. Einführung einer Telematik-Architektur im deutschen Gesundheitswesen – Expertise. http://telemedizin24.de/tm24inhalte/content/e2094/e2117/e2137/dwnffile2142/telematik_expertise_ger.pdf (2003)
- [Bosmann et al., 2005] Rood E, Bosman RJ, van der Spoel JJ, Taylor P, Zandstra DF.: Use of a computerized guideline for glucose regulation in the intensive care unit improved both guideline adherence and glucose regulation. *J Am Med Inform Assoc.* 2005 Mar–Apr;12(2):172–80.

- [Castellanos et al., 2013] Castellanos I, Schüttler J, Prokosch HU, Bürkle T.: Does introduction of a Patient Data Management System (PDMS) improve the financial situation of an intensive care unit? BMC Med Inform Decis Mak. 2013 Sep 16;13:107. doi: 10.1186/1472-6947-13-107
- [CDISC User Group 2007–2015] Webportal der German CDISC User Group: <http://portal.cdisc.org/CDISC%20User%20Networks/Europe/German%20Language/CDISC%20User%20Group%20Meetings/Forms/AllItems.aspx>
- [Cornelis et al., 1997] Cornelis R, Fuentes-Arderiu X, Bruunshuus I, Templeton D. International Union of Pure and Applied Chemistry and International Federation of Clinical Chemistry, Committee on Nomenclature. Properties and Units (C-NPU): properties and units in the clinical laboratory sciences. IX. Properties and units in trace elements (IFCC-IUPAC technical report 1997). Eur J Clin Chem Clin Biochem 35(10): 833–843. (1997)
- [de Haan et al., 1999] de Haan JB, Deom A. Pour un répertoire universel des analyses médicales: LOINC™, version française. Ann Biol Clin (Paris) 57(6): 730–736. (1999)
- [de Haan, 2002a] de Haan JB. ELM Cumul Project position papers: 1. LOINC vs. NPU. <http://www.cumul.ch> [Webseite nicht mehr erreichbar] (2002)
- [de Haan, 2002b] de Haan JB. ELM Cumul Project position papers: 2. Why CUMUL?. <http://www.cumul.ch> [Webseite nicht mehr erreichbar] (2002)
- [DIMDI, 2005–2015] Webseite zu LOINC und RELMA beim DIMDI: <https://www.dimdi.de/static/de/klassi/LOINC/>
- [Drepper et al., 2005] Drepper J, Semler SC. Standardisierung klinischer Forschungsdaten auf Basis von CDISC als Voraussetzung für eine bessere Integration von Forschung und Versorgung. in: Jäckel A [Hrsg.]. Telemedizinführer Deutschland – Ausgabe 2006, Bad Nauheim, 362–366. (2005)
- [Drepper et al., 2007] Drepper J, Semler SC. Eine gemeinsame Sprache in der Medizin? Datenstandardisierung in medizinischer Versorgung und Forschung. in: Jäckel A [Hrsg.]. Telemedizinführer Deutschland – Ausgabe 2008, Bad Nauheim, 170–176. (2007)
- [Duhm-Harbeck, 2005] Duhm-Harbeck P. „Gemeinsame Sprache“ im Labor. Profil [UKSH-Hauszeitschrift] 3/Juni 2005: 3. (2005)
- [Duhm-Harbeck, 2008] Duhm-Harbeck P. Standardisierte Labordatenübermittlung. in: Bruhn HD, Fölsch UR, Schäfer H [Hrsg.]. LaborMedizin – Indikationen, Methodik und Laborwerte, Pathophysiologie und Klinik (2. Auflage). Stuttgart, Schattauer: 26–30. (2008)
- [Edeler et al., 2014] Edeler B, Majeed RW, Ahlbrandt J, Stöhr MR, Stommel F, Brenck F, et al. LOINC in prehospital emergency medicine in Germany – experience of the ‘DIRK’-project. Methods Inf Med 2014;53:87–91
- [Engel et al., 2003] Engel JM, Junger A, Bottger S, Benson M, Michel A, Rohrig R, Jost A, Hempelmann G.: Outcome prediction in a surgical ICU using automatically calculated SAPS II scores. Anaesth Intensive Care. 2003 Oct;31(5):548–54.
- [FDA, 2015] Food and Drug Administration (FDA). Electronic Study Data Submission, Data Standards, Support for the Logical Observation Identifiers Names and Codes. Federal Register 80(93): 27690–27691. (2015)
- [Forrey et al., 1996] Forrey AW, McDonald CJ, DeMoor G, Huff SM, Leavelle D, Leland D, Fiers T, Charles L, Griffin B, Stalling F, Tullis A, Hutchins K, Baenziger J. Logical observation identifier names and codes (LOINC) database: a public use set of codes and names for electronic reporting of clinical laboratory test results. Clin Chem 42(1): 81–90. (1996)
- [Friedrich et al., 2007] Friedrich E, Duhm-Harbeck P. LOINC in Deutschland. HL7-Mitteilungen 22: 8–12. (2007)
- [Heubeck et al., 2005] Heubeck C, Fiebrig I, Criegee-Rieck M. LOINC Benutzerhandbuch. (Dt. Übersetzung von: McDonald C, Huff S, Vreeman DJ, Mercer K. LOINC User Guide.) <http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/LOINC-relma/LOINCrelma/> (2005)
- [Huff et al., 1998] Huff SM, Rocha RA, McDonald CJ, De Moor GJ, Fiers T, Bidgood WD, Jr., Forrey AW, Francis WG, Tracy WR, Leavelle D, Stalling F, Griffin B, Maloney P, Leland D, Charles L, Hutchins K, Baenziger J. Development of the Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC) vocabulary. J Am Med Inform Assoc 5(3): 276–292. (1998)

- [Huser et al., 2012] Huser V, Taft LM, Cimino JJ. Suitability of LOINC Document Ontology as a reference terminology for clinical document types: A case report of a research-oriented EHR. NIH Poster Day 2012, NIH. <http://lhncbc.nlm.nih.gov/system/files/pub2012-072.pdf> (2012)
- [IBM et al., 2004] IBM Deutschland GmbH, Fraunhofer IAO, SAP Deutschland AG, InterComponentWare AG, ORGA Kartensysteme GmbH. Erarbeitung einer Strategie zur Einführung einer Gesundheitskarte. Standards und Initiativen im Gesundheitswesen – eine evaluierende Übersicht und Empfehlung. Version 1.1. http://www.dimdi.de/static/de/ehealth/karte/download/b4h_standards_v1-1.pdf (2004)
- [IFCC et al., 2009] IFCC, IUPAC, IHTSDO, Regenstrief Institute. Memorandum of Understanding among International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine [IFCC] and the International Union of Pure and Applied Chemistry [IUPAC], International Health Terminology Standards Development Organisation FMBA [IHTSDO] established under the laws of Denmark (CVR 30363434), The Regenstrief Institute, Inc. [RI] Regarding an operational trial of a division of labor in laboratory test terminology development involving LOINC, NPU & SNOMED CT. http://www.nlm.nih.gov/research/umls/SNOMED/LOINC_npu_mou.html (2009)
- [IHTSDO et al., 2009] IHTSDO, Regenstrief Institute, IFCC, IUPAC. Owners of LOINC, NPU, and SNOMED CT Begin Trial of Cooperative Terminology Development – Joint Press Release. http://www.nlm.nih.gov/research/umls/SNOMED/press_release.html (2009)
- [IHTSDO et al., 2013] Cooperation Agreement, dated July 2013, between The International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO) and The Regenstrief Institute, Incorporated (RII). <https://LOINC.org/collaboration/IHTSDO/agreement.pdf>
- [Jakob, 2005] Jakob R. LOINC im medizinischen Laboratorium. J Lab Med 29: 6–10. (2005)
- [Junger et al., 2002] Junger A, Böttger S, Engel J, Benson M, Michel A, Röhrig R, Jost A, Hempelmann G.: Automatic calculation of a modified APACHE II score using a patient data management system (PDMS). Int J Med Inform. 2002 Jun;65(2):145–5
- [Knaus et al., 1985] Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE: APACHE II: a severity of disease classification system. Crit Care Med. 1985 Oct;13(10):818–29
- [Kulla et al., 2014] Kulla M, Röhrig R, Helm M, Bernhard M, Gries A, Lefering R, Walcher F. Nationaler Datensatz „Notaufnahme“: Entwicklung, Struktur und Konsentierung durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin. Anaesthesist 2014;63:243–52. doi:10.1007/s00101-014-2295-x.
- [Külpmann, 2005] Külpmann WR. Das NPU-System (IFCC, IUPAC) der Messgrößen und Einheiten in der Laboratoriumsmedizin. J Lab Med 29: 2–5. (2005)
- [Le Gall et al., 1993] Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F: A New Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) Based on a European/North American Multicenter Study. JAMA 1993;270(24):2957–2963
- [LOINC User Group, 2004–2015] LOINC User Group Webseite: www.LOINC.de
- [Luthe, 2008] Luthe H. Labor-EDV. in: Bruhn HD, Fölsch UR, Schäfer H [Hrsg.]. LaborMedizin – Indikationen, Methodik und Laborwerte, Pathophysiologie und Klinik (2. Auflage). Stuttgart, Schattauer: 23–26. (2008)
- [McDonald et al., 2000] McDonald CJ, Schadow G, Suico JG, Heitmann KU. Sprechen Sie LOINC ? – Eine Einführung. HL7-Mitteilungen 8: 6–11. (2000)
- [McDonald et al., 2003] McDonald CJ, Huff SM, Suico JG, Hill G, Leavelle D, Aller R, Forrey A, Mercer K, DeMoor G, Hook J, Williams W, Case J, Maloney P. LOINC, a universal standard for identifying laboratory observations: a 5-year update. Clin Chem 49(4): 624–633. (2003)
- [McDonald et al., 2015] McDonald CJ, Huff S, Deckard J, Holck K, Abhyankar S, Vreeman DJ. Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC®) Users' Guide – June 2015, Regenstrief Institute, Inc. and the Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) Committee. <https://LOINC.org/downloads/files/LOINC-Manual.pdf> (2015)
- [Michel-Backofen et al., 2005] Michel-Backofen A, Röhrig R, Junger A, Hartmann B, Marquardt K. Abbildbarkeit des strukturierten Vokabulars eines PDMS auf das LOINC Vokabular. in: Klar R et al. [Hrsg.]. GMDS 50. Jahrestagung 2005, Tagungsband. GMDS, Bonn, 252–255. (2005)
- [Müller et al., 2002] Müller C, Huesgen G. Datenübertragung zwischen Arztpraxis und Labor: Kommunikation über den 2d-Barcode. Deutsches Ärzteblatt Suppl. Praxis Computer 1: 5–7. (2002)

- [NEMESIS] Nemsis Technical Assisting centre. National EMS Information System (NEMESIS) Goals and Objectives [Zuletzt geprüft: 28.08.2015]. URL: <http://www.nemsis.org/theProject/whatIsNEMESIS/goalsAndObjectives.html>.
- [Norrie et al., 2000] Norrie P, Blackwell RE. Constructing a financial case for a computerized patient data management system (PDMS) in a cardiothoracic intensive care unit. *Med Inform Internet Med* 2000; 25(3):161–169.
- [Pantazoglou et al., 2014] Pantazoglou E, Thun S. Standardisierte Laboranforderung durch LP-Kodes des Kodierungssystems LOINC® zur Steigerung der Interoperabilität. *GMDS 2014*, 59. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Göttingen, German Medical Science GMS Publishing House: DocAbstr. 155. (2014)
- [Raetzel et al., 2005] Raetzel M, Junger A, Röhrig R et al (2005) Allgemeine Empfehlungen und Anforderungen zur Implementierung von DV-Systemen in Anästhesie. *Anästh Intensivmed* 46(Suppl 2):S21–S31
- [Regenstrief Institute, 1996–2015] LOINC-Webseite: www.LOINC.org
- [Röhrig et al., 2006] Röhrig R, Junger A, Raetzel M et al (2006) Spezielle Empfehlungen und Anforderungen zur Implementierung von DV-Systemen in der Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 47(Suppl 1):S1–S8
- [Röhrig et al., 2007a] Röhrig R, Blömer M, Brenck F, Knecht T, Michel-Backofen A, Müller J, Marquardt K: Erfassung, Kommunikation und Verarbeitung von Diagnosen, Prozeduren und Leistungen in einer modularen Klinikums-IT-Architektur. Kongress Medizin und Gesellschaft 2007. Augsburg, 17.–21.09.2007. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2007. Doc07gmds328
- [Röhrig et al., 2007b] Röhrig R, Beuteführt H, Hartmann B, Niczko E, Quinzio B, Junger A, Hempelmann G: Summative Software Evaluation of a Therapeutic Guideline Assistance System for Empiric Antimicrobial Therapy in ICU. *J Clin Monit Comput*. 2007 (21): 203–210
- [Röhrig et al., 2009] Röhrig R, Rütth R: Intelligente Telemedizin in der Intensivmedizin – Patientennaher Einsatz von Medizintechnik und IT in der Intensivmedizin. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2009 Mar;52(3):279–86.
- [Schadow et al., 1999] Schadow G, McDonald CJ, Suico JG, Fohring U, Tolxdorff T. Units of measure in clinical information systems. *J Am Med Inform Assoc* 6(2): 151–162. (1999)
- [Schillings et al., 1978] Schillings H, Scharnberg B, Sabean RM, Ehlers CT (1978) A new concept for computer-assisted patient monitoring: Göttingen Information System for Intensive Care „GISI“. *Methods Inf Med* 17(3):173–176
- [Semler et al., 2002a] Semler SC, Neidel P. Labor- und Vitaldatenkommunikation mittels LOINC – Evaluierung eines Standards anhand einer ersten Implementation in Deutschland. in: Abstracts der 47. Jahrestagung der GMDS – Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie Bd. 33, Heft 2–3/2002, 357. (2002)
- [Semler, 2002b] Semler SC. Standardisierte Labor- und Vitaldatenkommunikation: LOINC – die unbekannte Norm in Deutschland. in: Wehrs H [Hrsg.]. *Der Computer-Führer für Ärzte – Ausgabe 2003*, Dietzenbach, 78–85. (2002)
- [Semler, 2002c] Semler SC. Labor- und Vitaldatenkommunikation mittels LOINC – erste Erfahrungswerte aus Implementationen in Deutschland. in: Steyer G et al. [Hrsg.]. *TELEMED 2002: Tagungsband zur 7. Fortbildungsveranstaltung und Arbeitstagung*. Berlin, 213–223. (2002)
- [Semler, 2003] Semler SC. Labor- und Vitaldatenkommunikation – Standardisierung durch LOINC. *Dt. Ärzteblatt Suppl. Praxis Computer* 1/2003, 10–13. (2003)
- [Semler, 2004] Semler SC. Standardisierung der elektronischen Befundkommunikation – Nutzen der LOINC-Nomenklatur für die Telematikrahmenarchitektur. in: Jäckel A [Hrsg.]. *Telemedizinführer Deutschland – Ausgabe 2005*, Bad Nauheim, 203–208. (2004)
- [Shubin et al., 1966] Shubin H, Weil MH (1966) Efficient monitoring with a digital computer of cardiovascular function in seriously ill patients. *Ann Intern Med* 65(3):453–460
- [Stöhr et al., 2012] Stöhr MR., Majeed RW., Edeler B., Röhrig R. Semantische Interoperabilität zwischen Rettungsdienst und Klinik. 1. Symposium ICT in der Notfallmedizin. German Medical Science GMS Publishing House 2012;1:91–3. doi:10.3205/12notit13.

- [Thun et al., 2008] Thun S, Heitmann KU, Criegee-Rieck M, Duhm-Harbeck P, Röhrig R, Dugas M, Semler SC, Oemig F. LOINC – eine Sprache die verbindet: Erfahrungsberichte aus verschiedenen Anwendungsbereichen. in: Jäckel A [Hrsg.]. Telemedizinführer Deutschland – Ausgabe 2009, Bad Nauheim, 305–313. (2008)
- [TMF, 2005] Webseite TMF e.V.: CDISC – Ein neuer IT-Standard im Gesundheitswesen: TMF-Workshop zeigt Perspektiven auf. (Nachbericht zum TMF-Workshop „CDISC in der vernetzten medizinischen Forschung“ am 01.07.2005.) <http://www.tmf-ev.de/news/377> (2005)
- [TMF, 2007] Webseite TMF e.V.: Richtungsweisender Workshop zur terminologischen Harmonisierung in Deutschland. (Nachbericht zum TMF-Workshop „Terminologien und Ontologien in der medizinischen Forschung und Versorgung“ am 29.01.2007.) <http://www.tmf-ev.de/news/237> (2007)
- [TMF, 2012] Webseite zum BMBF-geförderten Projekt „Metadata Repository (MDR)“: http://www.tmf-ev.de/Themen/Projekte/D021_01_Metadata_Repository.aspx
- [Treinat, 2015] Treinat L. Erste Erfahrungen im Rahmen des Projektes eMeldewesen.nrw – identifizierte Problemlagen und Lösungsansätze. (in diesem Band, 2015)
- [UCUM Webseite, 2014] <http://www.unitsofmeasure.org/> (im Juni 2015 kein Zugriff möglich)
- [Univ. Leipzig, 2012] Webseite MDR – Das nationale Metadata Repository für die klinische und epidemiologische Forschung in Deutschland: <https://mdr.imise.uni-leipzig.de/>
- [Weigand, 2005] Weigand C. VITAL: Use and Implementation of a Medical Communication Standard in Practice. *Computers in Cardiology* 32: 319–322. (2005)
- [Zunner et al., 2013] Zunner C, Bürkle T, Prokosch HU, Ganslandt T.: Mapping local laboratory interface terms to LOINC at a German university hospital using RELMA V.5: a semi-automated approach. *J Am Med Inform Assoc.* 2013 Mar–Apr;20(2):293–7
- [Zunner et al., 2014] Zunner C, Ganslandt T, Prokosch HU, Bürkle T.: A reference architecture for semantic interoperability and its practical application. *Stud Health Technol Inform.* 2014;198:40–6.