



Prof. Dr. Günter Söder



Technische Universität München

TU München, Lehrstuhl für Nachrichtentechnik,
D-80333 München, guenter.soeder@tum.de

Günter Söder, Apl. Professor (i.R.) Dr.-Ing. habil., geboren 1946 in Nürnberg, studierte Elektrotechnik/Nachrichtentechnik, unter anderem an der TU München. Von 1974 bis 2011 war er Diplomand, Doktorand, Habilitand und zuletzt Akademischer Direktor am dortigen „LNT“. Er ist noch heute zuständig für das hier beschriebene E-Learning-Projekt.

LNTwww – Praxisbericht zum E-Learning aus den Ingenieurwissenschaften

Konzept und Entstehungsgeschichte – Detailbeschreibung – unsere Erfahrungen

Das E-Learning-Projekt „LNTwww: Lerntutorial für die NachrichtenTechnik im world wide web“ ist eine virtuelle Lehrveranstaltung des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik (LNT) der TU München im Umfang von 36 Semesterwochenstunden mit 23 SWS (Quasi-)Vorlesungen und 13 SWS Übungen. Es stellt neben Texten, Grafiken und Herleitungen auch multimediale Elemente wie Lernvideos und interaktive Applets bereit. 2001 begann die Projektplanung, 2003 wurde die erste Version online gestellt. Bis 2007 wurde daraus nach Systemverbesserungen die schnellere Version „LNTwww.v2“.

2016 war inhaltlich der gewünschte Endzustand nahezu erreicht. Gleichzeitig wurde bekannt, dass das Multimedia-Tool „SWF“, auf das wir von Anfang an gesetzt hatten, von vielen Betriebssystemen zukünftig nicht mehr unterstützt wird. Wir haben uns deshalb für den Neuanfang „LNTwww.v3“, basierend auf dem MediaWiki-Konzept, entschieden. Die zeitaufwendige Umsetzung ist nahezu abgeschlossen. Es fehlt noch die Neuprogrammierung einiger interaktiver SWF-Applets mit HTML 5 und JavaScript. Der Aufbau von „LNTwww“ soll Ende 2020 abgeschlossen sein.

Konzept und Entstehungsgeschichte

Am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik (LNT) der TU München wurden von 1984 bis 1996 zwei Lehrsoftwarepakete (LNTsim, LNTwin) realisiert, die in unseren Praktika eingesetzt wurden. Auch ver-

schiedene andere Universitäten haben diese Programme in der Lehre benutzt.

Zu Beginn der ersten Internet-Euphorie gab es Anfragen von Studierenden, ob wir solche Simulations- und Demonstrationsprogramme auch online bereitstellen könnten. Nach reiflicher Überlegung („Lohnt sich der zu erwartende große Aufwand?“) begannen



wir 2001 mit der Planung. Co-Verantwortlicher war Klaus Eichin, der schon in den 1970er-Jahren beim „Computerunterstützten Unterricht“ sehr aktiv war – so hieß „E-Learning“ damals. 2011 sollte das Projekt spätestens beendet sein.

Festgelegt wurde das folgende **didaktische Konzept**, das wir in all den Jahren nicht revidieren mussten:

- Das Lehrgebiet „Informationstechnik und Kommunikationstechnik“ (I & K), inklusive zugehöriger Grundlagenfächer, wird in didaktisch und multimedial aufbereiteter Form präsentiert.
 - Ausgewählt wurden neun Fachgebiete, die jeweils durch ein in sich abgeschlossenes Buch im Umfang einer einsemestrigen Lehrveranstaltung mit drei bis fünf Semesterwochenstunden behandelt werden.
 - Zielgruppe unseres Online-Angebotes sind Studierende von I & K-Studiengängen, speziell der Nachrichtentechnik, sowie praktizierende Ingenieure („Berufliche Weiterbildung“).
 - Es sollen insbesondere auch die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Teilgebieten aufgezeigt werden, was durch eine in allen Büchern weitgehend konsistente Nomenklatur gefördert wird.
 - LNTwww bietet zwei Lernmodi an: Anfänger sollten sequenziell vorgehen. Für Fortgeschrittene eignet sich die Nutzung als Tutorial: zunächst Aufgaben bearbeiten, erst bei erkannten Defiziten „Sprung zur Theorie“.
 - Die Theorie wird wie in einem herkömmlichen Lehrbuch für Ingenieure durch Texte, Grafiken und mathematische Herleitungen erläutert.
- Zusätzlich beinhaltet jedes Kapitel mindestens ein multimediales Element.
- LNTwww soll dem Benutzer vielfältige Interaktionsmöglichkeiten bezüglich der Auswahl und Darstellung von Theorieteilen, Aufgaben, Lernvideos sowie Multimedia- und Berechnungsmodulen bieten.
 - Die Methodik der für das Internet typischen Hyperlinks wird ausgiebig genutzt, innerhalb des LNTwww und nach außen. Damit sollen auch Zusammenhänge zwischen verschiedenen Lehrgebieten aufgezeigt werden.
 - Um zu verhindern, dass sich ein Nutzer in seiner Lernumgebung verirrt und er das LNTwww nur zum „Surfen“ nutzt, muss für ihn jederzeit trotz gewisser Freiheiten ein zielgerichteter Weg erkennbar sein.
 - Aus Gründen der Nachhaltigkeit des Lernerfolgs gibt es Ausdrucksmöglichkeiten, dabei ignorierend, dass die heutige Studentengeneration dies oft als „Rückfall in das Analogzeitalter“ abwertet.

Bevor mit der Umsetzung unserer Ideen begonnen werden konnte, musste von mehreren engagierten und IT-affinen Studenten im Rahmen von Abschlussarbeiten noch die Plattform „LNTwww“ entwickelt werden. Das Autorensystem basierte auf dem Http-Server „Apache“, der Datenbank „MySQL“ und der Scriptsprache „Perl“. In die für die damalige Zeit riesengroße Datenbank wurden alle eingegebenen Entitäten (Texte und Textfragmente, Gleichungen, Grafiken, Hyperlinks, multimediale Elemente etc.) abgelegt, dazu verschiedene Darstellungsmerkmale zur farblichen Hinterlegung von Definitionen, Beispielen etc.

Als technische Basis für die Multimedia-Anwendungen entschieden wir uns für *Shock Wave Flash (SWF)*. Die Entscheidung war einfach, denn dieses Tool war damals anerkanntermaßen am besten geeignet.

Die anstehenden Arbeiten der folgenden Jahre waren die Anpassung der Manuskripte an Online-Betrieb, die Eingabe in die Datenbank mit der recht komplizierten LNTwww-Syntax, die Erstellung der Grafiken sowie die Konzipierung und Realisierung multimedialer Elemente.

2016 – fünf Jahre nach der geplanten Fertigstellung – war der gewünschte Endzustand von „LNTwww.v2“ erreicht. Gleichzeitig wurde bekannt, dass die Basis „SWF“ unserer Multimedia-Anwendungen zukünftig von relevanten Herstellern nicht mehr unterstützt werden wird.

Diese Tatsache und die von einigen Nutzern hörbare Kritik am inzwischen zu biederen Design (unser Autorensystem war auf dem Stand von 2003) waren ausschlaggebend für einen Neustart mit „LNTwww.v3“, basierend auf MediaWiki (bekannt durch Wikipedia).

Die Umsetzung auf „LNTwww.v3“ dauerte vier arbeitsintensive Jahre. Bei mathematisch-naturwis-

senschaftlichen Inhalten ist die Portierung in eine grundlegend andere E-Learning-Basis (wie hier von „LNTwww“ nach „MediaWiki“) aufgrund vieler Sonderzeichen, Kursiv-, Hoch- und Tiefstellungen nur manuell möglich.

Wir gehen aber davon aus, dass „MediaWiki“ für einige Jahre der Quasi-Standard für Internet-Anwendungen bleibt. Dann hätte sich dieser Aufwand gelohnt.

LNTwww- Detailbeschreibung

Abbildung 1 zeigt die Startseite unseres Lernangebots unter der URL <https://www.LNTwww.de>.

Auf weitere Grafiken verzichten wir. Stattdessen setzen wir Links zu entsprechenden LNTwww-Seiten. Diese stammen oft aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung, zu der auch fachfremde Leser einen Bezug haben dürften.

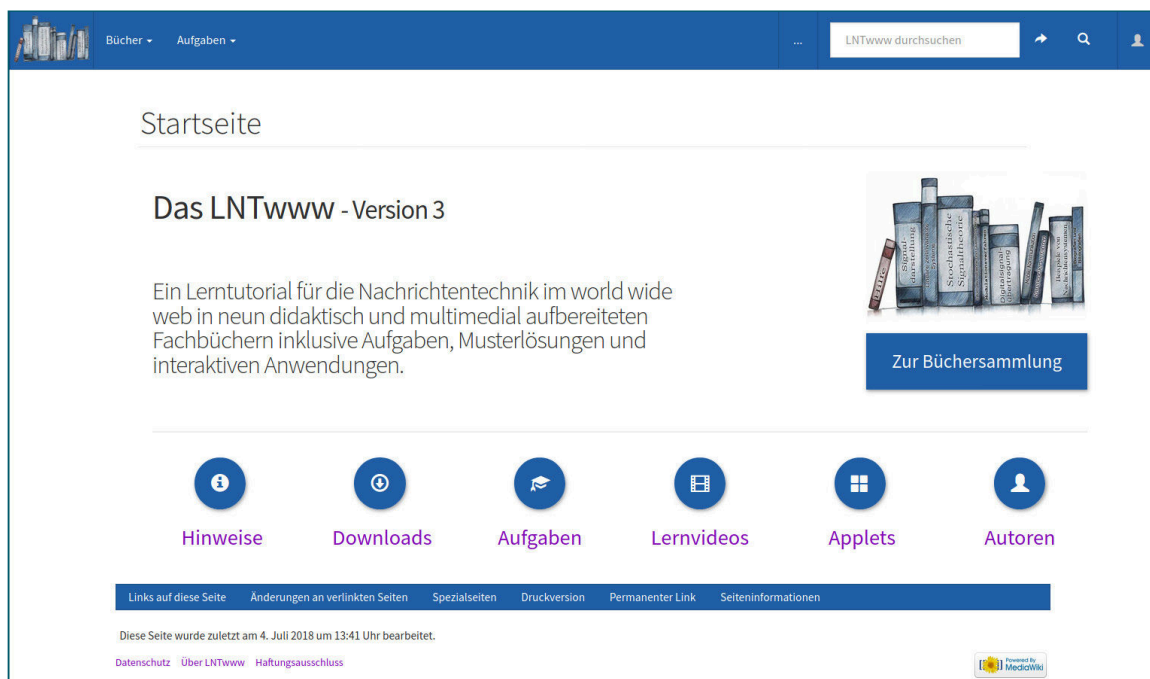


Abbildung 1 Startseite des LNTwww.

Theorieseiten

LNTwww ist in Buchform organisiert. Man erreicht die neun Fachbücher Signaldarstellung, Lineare zeitinvariante Systeme, Stochastische Signaltheorie, Informationstheorie, Modulationsverfahren, Digitalsignalübertragung, Mobile Kommunikation, Kanalcodierung und Beispiele von Nachrichtensystemen sowie „Bibliografie/Biografien“ über den Link *Büchersammlung*.¹ Von hier kommt man beispielsweise zum Buch *Stochastische Signaltheorie* mit fünf „Hauptkapiteln“.

- Durch Anklicken des ersten Eintrags „Wahrscheinlichkeitsrechnung“ gelangt man zu vier „Einzelkapiteln“, u. a. zu *Mengentheoretische Grundlagen*.
- Jedes Einzelkapitel entspricht einer eigenen MediaWiki-Datei. Im hier angeführten Beispiel besteht diese aus zehn MediaWiki-Seiten.
- Die letzte Seite eines jeden Einzelkapitels beinhaltet stets die „Aufgaben zum Kapitel“.

Die Theorieseiten aller Bücher ergeben in der Druckversion ca. 1500 Seiten (DIN A4) und beinhalten im Mittel eineinhalb Grafiken pro Seite. Daneben stellt LNTwww über eine Bibliografie² mit ca. 400 Einträgen bereit, dazu Links zu den Wikipedia-Biografien von bedeutenden Wissenschaftlern.

Übungsaufgaben

Eine zentrale Rolle in unserem didaktischen Konzept spielen die Übungsaufgaben. Die sinnvolle Nutzung unseres Lernangebotes durch einen Nutzer mit Vorkenntnissen sollte nach unserer Vorstellung sein, dass dieser zunächst die Aufgaben zu seinem Lerngebiet bearbeitet und erst bei Bedarf zum entsprechenden Theorieteil springt (siehe Punkt (5) des Didaktischen Konzepts).

Über den Link *Aufgabensammlung*³ werden zu den insgesamt 176 Einzelkapiteln mehr als 640 Aufga-

ben mit ca. 3000 Teilaufgaben und jeweils ausführlichen Musterlösungen bereitgestellt.

Folgende Teilaufgabentypen werden verwendet:

- Single Choice: Genau eine der vorgegebenen Alternativen ist richtig;
- Multiple Choice: Beliebig viele der vorgegebenen Alternativen könnten richtig sein (oder auch keine);
- Rechenaufgabe: Zahlenwertabfrage, eventuell mit Vorzeichen; Format für reelle Zahlen: xx.xxx.

Wir geben hier zwei beispielhafte Aufgaben an:

- Aufgabe (A): *Gewinnen mit Roulette?*
https://www.lntwww.de/Gewinnen_mit_Roulette
- Aufgabe (B): *Dreimal Faltung?*
https://www.lntwww.de/Dreimal_Faltung

In diesen Aufgabenbeispielen werden alle drei Aufgabentypen verwendet.

- Die einfache Aufgabe (A) ist von einem Nutzer mit Fachwissen direkt am Rechner problemlos lösbar.
- Viele Aufgaben sind deutlich schwieriger, insbesondere, wenn wie in Aufgabe (B) für die Lösung umfangreiche mathematische Operationen notwendig sind: Integrale berechnen, Gleichungssysteme lösen etc. (Bitte betrachten Sie auch die Musterlösung).
- Hier bietet es sich an, erst die Aufgabenstellung auszudrucken, das Problem offline auf Papier zu lösen und dann zur Kontrolle wieder online zu gehen.

Für die Portierung „LNTwww.v2 – LNTwww.v3“ war es von Vorteil, dass „MediaWiki“ für die Fragen (die hier „Quiz“ heißen) die gleichen Aufgabentypen verwendet, die wir schon 2001 für das LNTwww festgelegt hatten. Ebenso läuft die Überprüfung reeller Zahlenwerte gleich ab, nämlich durch Toleranzangaben. Dies ist zum Beispiel erforderlich, um die Eingabe „3.1415“ der irrationalen Zahl π zuzuordnen zu können.

1 <https://www.lntwww.de/Büchersammlung>

2 https://www.lntwww.de/Biografien_und_Bibliografien

3 <https://www.lntwww.de/Aufgaben:Aufgabensammlung>

Lernvideos

Die von uns realisierten etwa 30 Lernvideos entstanden zwischen 2002 und 2012. Die für den Inhalt verantwortlichen Autoren wurden bei der technischen Realisierung von Studenten unterstützt, oft aus unseren Nachrichtentechnik-Vorlesungen für zukünftige Berufsschullehrer, die im Studium viel über pädagogische Kniffe und Didaktik gelernt hatten. Die Lernvideos wurden meist im Rahmen akademischer Abschlussarbeiten erstellt, wegen des Aufwands maximal drei pro Diplomarbeit.

Die Realisierung eines Lernvideos erforderte die folgenden Einzelschritte:

- Drehbuch und Texte schreiben,
- Foliensatz erstellen mit nur geringen Unterschieden zwischen aufeinanderfolgenden Folien,
- Texte sprechen, schneiden und Audibearbeitung,
- Zusammenfügen von Texten und Bildern zu einem zusammenhängenden Video-Stream.

Wie bereits erwähnt, benutzten wir hierzu das Tool *Shock Wave Flash* (SWF) von Adobe, damals der Quasi-Standard für Bewegtbildsequenzen. Als bekannt wurde, dass das SWF-Format keine Zukunft haben wird, war dies der Hauptgrund für den erforderlichen Neuanfang mit „LNTwww.v3“.

Die Portierung der SWF-Lernvideos konnte weitgehend automatisiert erfolgen. Die Videos stehen nun als „mp4“ und „ogv“ zur Verfügung und werden auch von neueren Browsern und Smartphones wiedergegeben.

Der Link *Lernvideos*⁴ führt zur Auswahlliste, geordnet nach Fachbüchern. Wir geben hier drei Beispiele an:

- *Bernoulli-Gesetz der großen Zahlen*, Dauer 4:23; [https://www.lntwww.de/Bernoulli-Gesetz_\(LV\)](https://www.lntwww.de/Bernoulli-Gesetz_(LV))
- *Rechnen mit komplexen Zahlen*, Dauer 11:50; [https://www.lntwww.de/Komplexe_Zahlen_\(LV\)](https://www.lntwww.de/Komplexe_Zahlen_(LV))

- *Der AWGN-Kanal*, 3-teilig, Gesamtdauer 17:26; [https://www.lntwww.de/Der_AWGN-Kanal_\(LV\)](https://www.lntwww.de/Der_AWGN-Kanal_(LV))

Nach Klick auf das gewünschte Lernvideo erscheint eine Wiki-Beschreibungsseite mit kurzer Inhaltsangabe und Bedienoberfläche. Jeder Videoteil kann durch Einfach-Klick gestartet und durch einen weiteren Klick angehalten werden.

Zu Beginn der 2000er-Jahre haben Nutzer unsere Lernvideos als das gesehen, was wir uns erhofft hatten: eines der Highlights von LNTwww. Inzwischen gibt es große Konkurrenz durch „YouTube“. Hier findet man nicht nur lustige Kurzvideos, sondern manchmal auch sehr professionell gemachte YouTube-Vorlesungen mit seriösem wissenschaftlichem Anspruch. Die Stärke der LNTwww-Videos sehen wir inzwischen eher in einer sehr engen inhaltlichen Verzahnung zwischen diesen und der in unseren Fachbüchern hergeleiteten Theorie.

Interaktive Applets

Ein weiteres multimediales Element von LNTwww sind die interaktiven Applets. Bis 2015 wurden mehr als 50 solcher Applets realisiert, ebenso wie die Lernvideos im SWF-Format und im Rahmen studentischer Abschlussarbeiten entstanden.

Nach dem Systemwechsel 2016 haben wir uns für die Portierung der Applets nach „HTML 5 & JavaScript“ entschieden. Diese Applets können von vielen Browsern (Firefox, Chrome, Safari), aber auch von Smartphones und Tablets wiedergegeben werden.

Die Umsetzung der früheren interaktiven SWF-Applets in modernere HTML5/JS-Applets ist allerdings nur manuell möglich. Das heißt, im Gegensatz zu Lernvideos ist bei der Applet-Portierung stets eine Neuprogrammierung erforderlich. Entsprechend langsamer sind unsere Fortschritte auf diesem Gebiet.

Seit 2017 wurden ca. 20 der mehr als 50 interaktiven Applets von „SWF“ nach „HTML5/JS“ portiert.

4 <https://www.lntwww.de/LNTwww:Lernvideos>

Über den Link *Applets*⁵ gelangt man zur Auswahl-liste. Wir geben wieder drei Beispiele an:

- *Zur Verdeutlichung der grafischen Faltung;*
[https://www.lntwww.de/Grafische_Faltung_\(Applet\)](https://www.lntwww.de/Grafische_Faltung_(Applet))
- *WDF und VTF bei Gaußschen 2D-Zufallsgrößen;*
[https://www.lntwww.de/2D-Gauss-WDF_\(Applet\)](https://www.lntwww.de/2D-Gauss-WDF_(Applet))
- *Augendiagramm und Fehlerwahrscheinlichkeit;*
[https://www.lntwww.de/Augendiagramm_und_BER_\(Applet\)](https://www.lntwww.de/Augendiagramm_und_BER_(Applet))

Die didaktische Bedeutung der Applets soll anhand des letzten Beispiels belegt werden. Das Augendiagramm ist ein bewährtes Tool der Übertragungstechnik, um den Einfluss von Leitungsdispersionen auf das Qualitätsmerkmal „Fehlerwahrscheinlichkeit“ zu erfassen.

Nach Klick auf das Applet erscheint die Wiki-Beschreibungsseite mit Informationen zum Programm (theoretischer Hintergrund, Versuchsdurchführung, Bedienungsanleitung). Am Anfang und Ende dieser Seite gibt es jeweils den Link zum eigentlichen HTML5/JS-Applet.

- Dieses dient der Verdeutlichung schwieriger Sachverhalte, im Beispiel der schrittweisen Konstruktion des Augendiagramms aus der Symbolfolge.
- Das Programm bietet sehr viele Einstellmöglichkeiten. Nicht jede Einstellung bringt aber dem Nutzer einen relevanten Lernerfolg und noch weniger führen zu einem so genannten „Aha-Effekt“.
- Deshalb führen wir den Nutzer anhand der Versuchsdurchführung gezielt durch das Programm. Er muss verschiedene Aufgaben lösen: Ergebnisse vorhersagen und bewerten, Parameter optimieren usw.
- Ein „Top 10 %“-Student hat natürlich die Möglichkeit, sich mithilfe des Applets über die Versuchsdurchführung hinausgehende Aufgaben zu stellen und so sehr tief in den dargelegten Lehrstoff einzudringen.

Applets haben eine ähnliche Funktion wie Praktika in mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiengängen: Ergänzung von Vorlesung/Übung durch selbstständiges Arbeiten des Studenten zur behandelten Thematik.

Der letzte Menüpunkt „Alte Interaktionsmodule“ der *Applet-Auswahlliste* verweist auf SWF-Applets, die zwar unter Windows (noch) nutzbar sind, nicht aber unter Unix bzw. MacOS, und auch nicht von Smartphones. Die Neuprogrammierung einiger dieser früheren Applets ist der letzte offene Punkt auf unserer To-do-Liste.

Unsere Erfahrungen

Beim Aufbau und beim laufenden Betrieb von LNTwww (inzwischen seit 17 Jahren) konnten wir einige Erkenntnisse über E-Learning gewinnen, die wir gerne an Sie weitergeben möchten. Wir gehen hier auch auf einige Fragen ein, die uns nach Einreichung des Artikels von der Schriftleitung gestellt wurden.

Wie entwickelten sich die Zugriffszahlen?

Schon zwei Jahre nach der ersten Freischaltung hatten wir im Mittel 400 Zugriffe pro Monat. Dieser Wert erhöhte sich bis 2008 aufgrund größerer Bekanntheit und der Fertigstellung neuer Fachbücher kontinuierlich.

Nach einigen Jahren stagnierte die Benutzerzahl oder ging sogar leicht auf ca. 6000 pro Jahr zurück. Unser Lernangebot hatte offensichtlich für die neue Studentengeneration ein zu biederes Design. Das „selbstgestrickte“ Autorensystem berücksichtigte zwar alle relevanten Features von 2003, aber nicht neuere Möglichkeiten der stetig weiterentwickelten Browser.

Die Ermittlung der Nutzerzahl war bei „LNTwww.v2“ einfach, da der Eingang für alle Nutzer immer die Startseite war. Bei „LNTwww.v3“ landet man dagegen über externe Links dezentral an beliebiger Stelle im LNTwww:

- Hier ist die exakte Nutzerzahl schwieriger zu ermitteln, wenn man Tracking-Tools wie „Google

⁵ <https://www.lntwww.de/LNTwww:Applets>

Analytics“ aus Datenschutzgründen nicht nutzen möchte.

- Zum jetzigen Zeitpunkt (2020) gehen wir aufgrund einiger (hier nicht näher erläuterter) Indikatoren von mindestens 10.000 (längeren) Zugriffen pro Jahr aus.

Welche Rückmeldungen gab es von Nutzern?

Eine Evaluierung, wie sie zum Beispiel für alle Präsenzveranstaltungen an der TU München verpflichtend vorgeschrieben ist, war hier nicht durchführbar, da sich das LNTwww-Lernangebot nicht nur an eine kleine Gruppe innerhalb einer Universität richtet, sondern an sehr viele Nutzer im deutschsprachigen Raum.

Die Kommentare unserer Studenten (in persönlichen Gesprächen) und anderer Nutzer (via E-Mail) waren durchaus positiv. Es ist aber nicht zu verleugnen, dass wir eher mit euphorischer denn mit wohlwollender Kritik gerechnet hatten. Vielleicht ist unser Lernangebot einfach zu umfangreich. Hätten sich unsere „Highlights“ auf weniger „Standards“ verteilt, wäre die subjektive Bewertung möglicherweise besser ausgefallen.

Berechtigte Hinweise von Nutzern auf offensichtliche Fehler wurden zeitnah berücksichtigt, ebenso einige gute Verbesserungsvorschläge.

Schwerwiegender waren die früheren Anfragen über die LNTwww-Nutzung mit Smartphones/Tablets, Wünsche zu einem moderneren Design und Hinweise zu zukünftigen Restriktionen bezüglich des SWF-Pakets.

Diese haben uns letztendlich 2016 zu einem Neustart unter der Version 3 veranlasst. Seitdem „LNTwww.v3“ stabil läuft, gibt es solche Anfragen nicht mehr.

Lässt sich der Schwierigkeitsgrad anpassen?

Im LNTwww gibt es „Aufgaben“ (z.B. „A1“) und „Zusatzaufgaben“ (z. B. „A1Z“). Die Unterscheidung war bis einschließlich der Version „LNTwww.v2“ nötig, da wir die Übungen nach folgendem Konzept realisiert hatten:

- Löste ein Nutzer alle Kapitelaufgaben (A1, A2 ...) richtig, so nahmen wir an, dass er mit dem Lehrstoff vertraut ist. A1Z, A2Z wurden dann nicht angeboten.
- Löste er die Aufgabe A1 falsch, so wurde ihm danach nicht A2 angeboten, sondern die Zusatzaufgabe A1Z (Thematik ähnlich wie A1, aber einfacher).

Ebenso war in den ersten Versionen jeweils eine Personalisierung realisiert, allerdings nur für solche Nutzer, die sich registrieren ließen. Deren Ergebnisse wurden protokolliert und hätten zu einem persönlichen Lernerfolgsprofil „Was kann er? Was nicht?“ ausgewertet werden können.

Diese Auswertung wurde allerdings nie umgesetzt, auch deshalb, weil sich von allen Nutzern nur ein kleiner Prozentsatz (weniger als 5 %) hat registrieren lassen.

In „LNTwww.v3“ wird nach A1 immer A1Z angeboten, da „MediaWiki“ keine bedingten Sprünge ermöglicht.

Wie sinnvoll ist E-Learning aus unserer Sicht?

Vor Kurzem stand in einer renommierten Tageszeitung „E-Learning ist out!“ Manche Fachkollegen sind dagegen noch so euphorisch, wie wir es 2001 waren. Meine aktuelle Meinung liegt etwa in der Mitte: Ich glaube nicht, dass E-Learning eine (gute) Präsenzvorlesung mit engagiertem Dozenten vollständig ersetzen kann, aber es ist auf jeden Fall eine sinnvolle Ergänzung.

An dieser Meinung hat sich auch durch Corona nichts verändert. Nun allerdings mit dem Zusatz, dass es (bisher nicht vorstellbare) Situationen geben kann, sodass eine Präsenzveranstaltung durch E-Learning ersetzt werden **muss**. Ein Dozent, der seine Vorlesung schon vorher auf Online umstellte (oder sich darüber zumindest schon Gedanken machte), spart sich im Sommersemester 2020 sehr viel Stress. Oder er findet ein frei zugängliches E-Learning-Angebot für seine Bedürfnisse.

Spart man sich mit E-Learning wirklich Zeit?

Oft werden ökonomische Vorteile des E-Learning genannt. Solche kann es geben, aber nur wenn es gelingt,

- viele Professoren eines Fachgebiets zur Mitarbeit an einem gemeinsamen Online-Projekt zu motivieren,
- oder zumindest viele Professoren von der intensiven Nutzung solcher Angebote zu überzeugen.

Ein Dozent spart jedenfalls (im Normalfall) nicht allein dadurch Zeit, dass er sein Vorlesungsmanuskript für seine Studentengruppe online stellt. Im Gegenteil:

- In der Präsenzveranstaltung kann er oft mit einem einzigen Nebensatz eine unglückliche Formulierung oder einen Flüchtigkeitsfehler korrigieren.
- Online ist der Student aber allein. Es ist niemand da, der ihm erklärt, dass das „x“ eigentlich „y“ sein sollte.
- Also muss der Dozent schon im Voraus versuchen, das Problem zu vermeiden. Es gelingt nicht immer.

E-Learning-Projekte anderer Institutionen

Wir beginnen mit einem Beispiel aus Deutschland. Im Mai 2000 wurde die Virtuelle Hochschule Bayern (vhb) als eine Verbundeinrichtung bayerischer Hochschulen gegründet, die Online-Angebote für (inzwischen) vierzehn Wissenschaftsgebiete anbietet. Ab 2003 wurden dann die ersten Online-Kurse angeboten.

- Die CLASSIC vhb-Kurse stehen für alle Studierenden der inzwischen 31 Trägerhochschulen kostenfrei zur Verfügung und es können ECTS-Punkte für das Studium erworben werden.
- Das OPEN vhb-Kursangebot kann von jeder/jedem genutzt werden. Interessierte haben so die Möglichkeit, sich Wissen auf Universitätsniveau anzueignen, ohne an einer Hochschule eingeschrieben zu sein.

Erwähnt werden soll auch, dass seit 2012 führende Universitäten aus den USA unter dem Oberbegriff MOOC (*Massive Open Online Course*) verschiedene Software-Plattformen für E-Learning im Internet anbieten. „Massive“ soll darauf hinweisen, dass es sehr viele Kurse zu verschiedenen MINT-Themen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) gibt, und diese von sehr vielen Personen genutzt werden.

Die bekanntesten E-Learning-Portale sind:

- Die Plattform „edX“ wurde ursprünglich von Professoren der Harvard University und dem MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) gegründet. Sie haben nach eigenen Angaben derzeit ca. 20 Millionen Nutzer und eine Auswahl von nahezu 2000 Kursen.
- Der Marktführer „coursera“ – eine Gründung der *Stanford University* – gibt mit nahezu 40 Millionen Nutzern und mehr als 3000 zur Verfügung stehenden Kursen noch höhere Werte an.

Der Zugriff zu den meisten Kursen ist nach erfolgter personenbezogener Registrierung „open“ (kostenfrei). Ist ein Einzelzertifikat bzw. eine Bescheinigung über die erfolgreiche Kursteilnahme erwünscht, so fallen geringe Gebühren an. Die Kosten für postgraduierte Masterabschlüsse variieren aber je nach Fachgebiet und Universität zwischen 10.000 Euro und 30.000 Euro.

Inzwischen gibt es Kooperationen mit renommierten internationalen Universitäten, zum Beispiel dem Georgia Institute of Technology, dem Imperial College London, der ETH Zürich und der TU München.

Fazit

Trotz mancher Zweifel an der Effizienz (als der mittlere Lernerfolg der Nutzer bezogen auf den Arbeitsaufwand aller beim Aufbau und dem Betrieb beteiligten Personen) von E-Learning allgemein und unseres Projekts im Speziellen bereue ich es nicht, dass wir 2001 mit „LNTwww.v1“ begonnen haben, und auch nicht, dass ich mich 2016 zu „LNTwww.v3“ habe überreden lassen.

- Es war eine sehr intensive Zeit. Profitiert haben auch meine eigenen Studierenden, da sie den einzigen Dozenten hatten, der genau wusste, wo man in unserem „LNTwww“ was am schnellsten findet.
- Unsere Vorstellung 2001 war es, ein „Low Budget Medium Quality“ Produkt zu schaffen, da wir damals die Gehälter für die beteiligten Dozenten, Assistenten, Doktoranden und technischen Angestellten nicht berücksichtigt hatten und auch die vielfältigen Programmierarbeiten durch Diplomanden nicht von uns bezahlt werden mussten.
- Bei betriebswirtschaftlicher Vollkostenabrechnung, wie es für alle Forschungsprojekte gefordert wird, müsste man für das gesamte LNTwww-Projekt noch 30 Personennjahre (grobe Schätzung) hinzurechnen. Damit relativiert sich der Begriff „Low Budget“.
- Von 2016 bis 2020 wurden wir dankenswerterweise von Fakultät und Universität zur Finanzierung von Werkstudenten im Rahmen der Förderprogramme *MolITUM*¹ bzw. *EXIn*² unterstützt.

Ich danke allen an LNTwww irgendwie Beteiligten, an erster Stelle den zwei Co-Verantwortlichen Klaus Eichin (bis 2011) und Tásnad Kernetzky (seit 2016). Mein Dank gilt auch dem LNT-Lehrstuhlinhaber Gerhard Kramer für die stete Unterstützung der Arbeiten, und dass er es mir ermöglicht hat, das 2001 begonnene Projekt fast zehn Jahre nach Beginn des Altersruhestands zu einem nach meiner Einschätzung befriedigenden Ende zu bringen.

1 <https://www.ei.tum.de/studium/studienzuschuesse/>

2 <https://www.lehren.tum.de/themen/ideenwettbewerb/>