

Streule, Roland; Egli, Samy; Oberholzer, René; Läge, Damian  
**Adaptive Wissensvermittlung am Beispiel der eLearning-Umgebung  
"Psychopathology Taught Online" (PTO)**

*Tavangarian, Djamshid [Hrsg.]; Nölting, Kristin [Hrsg.]: Auf zu neuen Ufern! E-Learning heute und morgen. Münster / New York/ München / Berlin : Waxmann 2005, S. 47-56. - (Medien in der Wissenschaft; 34)*



Quellenangabe/ Reference:

Streule, Roland; Egli, Samy; Oberholzer, René; Läge, Damian: Adaptive Wissensvermittlung am Beispiel der eLearning-Umgebung "Psychopathology Taught Online" (PTO) - In: Tavangarian, Djamshid [Hrsg.]; Nölting, Kristin [Hrsg.]: Auf zu neuen Ufern! E-Learning heute und morgen. Münster / New York/ München / Berlin : Waxmann 2005, S. 47-56 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-118084 - DOI: 10.25656/01:11808

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-118084>

<https://doi.org/10.25656/01:11808>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**WAXMANN**  
[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

<http://www.waxmann.com>

#### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

#### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

Djamshid Tavangarian,  
Kristin Nölting (Hrsg.)

# Auf zu neuen Ufern!

E-Learning heute und morgen



Waxmann Münster / New York  
München / Berlin

**Bibliografische Informationen Der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

**Medien in der Wissenschaft; Band 34**

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V.

ISSN 1434-3436

ISBN 3-8309-1557-8

© Waxmann Verlag GmbH, Münster 2005

<http://www.waxmann.com>

E-Mail: [info@waxmann.com](mailto:info@waxmann.com)

Umschlagentwurf: Pleßmann Kommunikationsdesign, Ascheberg

Umschlagbild: Andreas Becker

Druck: Buschmann, Münster

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier, DIN 6738

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

## **Inhalt**

|   |   |
|---|---|
| <i>Djamshid Tavangarian, Kristin Nölting:</i><br>Auf zu neuen Ufern?..... | 9 |
|---|---|

### **Keynotes**

|   |    |
|---|----|
| <i>Fred Mulder:</i><br>Mass-individualization of higher education facilitated by the use of<br>ICT..... | 13 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Stefan Aufenanger:</i><br>Humboldts virtuelle Erben – die Rolle von E-Learning in<br>Bildungsinstitutionen der Wissensgesellschaft..... | 14 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Erik Duval:</i><br>Beyond Metadata ..... | 15 |
|---|----|

### **Lehr- und Lernszenarien**

|   |    |
|---|----|
| <i>Olaf Zawacki-Richter, Joachim Hasebrook:</i><br>Softskills online? Lernziel interkulturelle Kompetenz..... | 17 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Susanne Draheim, Werner Beuschel:</i><br>Social not technological? – Funktionalitäten und Szenarien für neue<br>Lehr- und Lernformen am Beispiel Weblogs..... | 27 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Jürgen Handke:</i><br>E-Bologna und der Virtual Linguistics Campus..... | 37 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Roland Streule, Samy Egli, René Oberholzer, Damian Läge:</i><br>Adaptive Wissensvermittlung am Beispiel der eLearning-Umgebung<br>„Psychopathology Taught Online“ (PTO)..... | 47 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Eva Mayr, Birgit Leidenfrost, Marco Jirasko:</i><br>Effektivität und Effizienz von virtueller und präsen-ter Auseinandersetzung<br>mit Lernmaterialien..... | 57 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Bettina Blanck, Christiane Schmidt:</i><br>„Erwägungsorientierte Pyramidendiskussionen“ im<br>virtuellen Wissensraum <sup>open</sup> sTeam“..... | 67 |
|---|----|

## **Nachhaltige Erschließung und Archivierung von E-Learning-Content**

*Kai-Uwe Götzelt, Manfred Schertler:*

Bedarfsorientierte Wissensvermittlung durch Kontextualisierung von Lernobjekten ..... 77

*Dirk Burmeister:*

Kognitive Metaphern: Ein Beitrag zur Barrierefreiheit von Online-Lernumgebungen für hörbehinderte Menschen ..... 87

*Peter Baumgartner, Marco Kalz:*

Wiederverwendung von Lernobjekten aus didaktischer Sicht ..... 97

## **Vorgehen und Stolpersteine bei der Einführung von E-Learning in die Hochschule**

*Kolyang:*

Hurdles and Requirements of an African Experience of E-Learning ..... 107

*Amelie Duckwitz, Monika Leuenhagen:*

Top-Down- und Bottom-Up-Strategien für eine erfolgreiche E-Learning-Integration an der Hochschule ..... 117

*Reiner Fuest, Detlev Degenhardt:*

Medien-Team der Universität Freiburg ..... 127

*Stefan Brenne, Bettina Pflöging:*

prometheus – Strukturveränderungen in den Kunstwissenschaften? ..... 137

*Franziska Zellweger:*

Subkulturelle Barrieren im eLearning-Support – Erkenntnisse aus amerikanischen Forschungsuniversitäten ..... 147

*Janine Horn:*

Rechtsfragen beim Einsatz neuer Medien in der Hochschule: Erlaubnisfreie Nutzung urheberrechtlich geschützten Materials in Lehre und Forschung ..... 157

## **Integration in die Organisation**

*Bernd Kleimann, Janka Willige, Steffen Weber:*

E-Learning aus Sicht der Studierenden ..... 167

*Jeelka Reinhardt, Felix Friedrich:*

Einführung von E-Learning in die Hochschule durch Qualifizierung von Hochschullehrenden ..... 177

*Klaus Wannemacher, Bernd Kleimann:*

Geschäftsmodelle für E-Learning ..... 187

|   |     |
|---|-----|
| <i>Gabriela Hoppe:</i><br>Der Geschäftsmodellkubus – ein strategisches Planungsinstrument zur nachhaltigen Integration von E-Learning .....   | 197 |
| <i>Dirk Schneckenberg:</i><br>The Relevance of Competence in the ICT Policy Goals of the European Commission .....  | 207 |
| <i>Josef Smolle, Reinhard Staber, Elke Jamer, Gilbert Reibnegger:</i><br>Aufbau eines universitätsweiten Lerninformationssystems parallel zur Entwicklung innovativer Curricula – zeitliche Entwicklung und Synergieeffekte ..... | 217 |
| <i>Sabina Jeschke, Olivier Pfeiffer, Ruedi Seiler, Christian Thomsen:</i><br>„e“-Volution an deutschen Universitäten: Chancen und Herausforderungen durch eLearning, eTeaching & eResearch.....                                   | 227 |
| <i>Gabriela Hoppe:</i><br>Organisatorische Verankerung von E-Learning in Hochschulen .....  | 237 |
| <i>Robert Gücker, Burkhard Vollmers:</i> Wer, wenn nicht wir? .....   | 247 |

## **Bildungsnetzwerke der Zukunft**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Klaus Brökel, Dieter H. Müller, Jörg Bennöhr, Reinhard Rahn, Andre Decker:</i><br>Analyse der Entwicklung und der Anwendung von eLearning-Angeboten im Ingenieurwesen ..... | 257 |
| <i>Volker Neundorf, Vera Yakimchuk:</i><br>GETsoft: am Anfang eines „Bildungsnetzwerks der Zukunft“? .....   | 267 |

## **E-Learning im Spannungsfeld zwischen Fachkultur und allgemein didaktischen sowie interdisziplinären Ansprüchen**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Johanna Künzel, Viola Hämmer:</i><br>DAS.....  | 277 |
| <i>Rita Kupetz, Birgit Ziegenmeyer:</i><br>Digitale Medien in der fachdidaktischen Hochschullehre: fachspezifisch, inhaltsorientiert und diskursiv..... | 287 |
| Steering Committee und Programmbeirat.....  | 297 |
| Ergänzende Gutachterinnen und Gutachter, Lokale Organisation.....   | 298 |
| Veranstalter, Kooperation und Sponsoren.....  | 299 |
| Verzeichnis der Autorinnen und Autoren .....  | 300 |

## **Adaptive Wissensvermittlung am Beispiel der eLearning-Umgebung „Psychopathology Taught Online“ (PTO)**

### **Zusammenfassung**

Der vorliegende Beitrag stellt das Projekt der eLearning-Umgebung „Psychopathology Taught Online“ (PTO) vor. PTO soll als ein zum bestehenden universitären Lehrangebot im Bereich Psychopathologie ergänzendes digitales Curriculum eingesetzt werden. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt auf der Phänomenologie psychischer Störungen. Besonders hervorzuheben ist die zur Gewährleistung von inhaltlicher Adaptivität des Lernprogramms verwendete Methodik. Mittels robuster Nonmetrischer Multidimensionaler Skalierung (NMDS) können Wissenskarten des Lernalters erstellt werden, welche speziell auf relationale Zusammenhänge der deklarativen Wissensinhalte sensitiv sind und diese in einem Raummodell darstellen. Auf der Basis des Vergleichs einer Lernerkarte mit einem Normmodell (durch Prokrustes-Transformation) können spezifische Wissensmängel detektiert werden. Dies erlaubt das Geben von automatisierten, individuell angepassten Lernempfehlungen.

### **1 Die eLearning-Umgebung „Psychopathology Taught Online“ (PTO)**

„Psychopathology Taught Online“ (PTO)<sup>1</sup> ist ein eLearning-Projekt des Swiss Virtual Campus (SVC). Verschiedene Institutionen in der Schweiz und Österreich sind an der Entwicklung beteiligt. PTO soll im Studiengang Psychopathologie des Erwachsenenalters eingesetzt werden. Darüber hinaus kann es aber auch in Klinischer Psychologie, Psychiatrie und möglicherweise postgradualer Weiterbildung (Psychiatrie und Psychotherapie) Auszubildenden die Möglichkeit bieten, über multiple mediale Zugänge das über herkömmlichen Unterricht Gelernte individuell angepasst vertiefend zu differenzieren und zu ergänzen. Das Konzept von PTO basiert auf dem Ansatz des *blended learning* und soll demzufolge bestehende ex-cathedra Curricula nicht ersetzen, sondern ergänzen.

---

1 <http://www.pto.unizh.ch>

## 1.1 Ziel und Zweck

Das Projekt PTO verfolgt zwei zentrale Ziele: (1) Die Entwicklung einer qualitativ hochwertigen, effizienten, interaktiven und modularen Lernumgebung im Inhaltsgebiet der psychopathologischen Störungsbilder. Didaktik und Inhalte bilden eine integrierte Ergänzung zu den bestehenden universitären Curricula. (2) Die technische Realisierung innovativer Werkzeuge zur Wissensdiagnostik für Adaptive Tutorielle Systeme (ATS), namentlich die Diagnose individuellen Sachwissens über das Verfahren der so genannten Wissenskarten.

Der Bereich „Psychopathologische Störungsbilder“ nimmt innerhalb der Klinischen Psychologie und Psychiatrie einen zentralen Stellenwert ein. Darüber hinaus sind die Betreuungsverhältnisse in der Psychopathologie-Ausbildung aufgrund der hohen Studierendenzahlen meist mangelhaft und erlauben lediglich eine oberflächliche, unvollständige und standardisierte Behandlung des Lernmaterials und erfordern einen hohen Anteil an Selbststudium. PTO will die strukturierte Durchführung dieses Selbststudium-Anteils übernehmen und auf individuelle Bedürfnisse seitens des Lerner hinsichtlich Vorwissen, Lernstil, Interessens- und Motivationslage eingehen können.

## 1.2 Kursbeschreibung

PTO zielt auf die Vermittlung von Grundlagen- und detailliertem Fachwissen im Bereich der psychopathologischen Störungsbilder ab. Das Programm beinhaltet ca. 80 Module. Ein Modul entspricht je einer einzelnen Störung. PTO besteht aus drei in sich geschlossenen Lernphasen:

*Phase 1* vermittelt den Lernenden anhand einer Auswahl von 20 ausgewählten Störungsbildern einen strukturierten Überblick über das Wissensgebiet. Der Lernfortschritt wird dabei über eine fortlaufende relationale Diagnose kontrolliert und so lange fortgeführt, bis ihre kognitive Repräsentation der Expertensicht genügend gut entspricht (vgl. Kap. 2). Um zu gewährleisten, dass die Unterschiede zwischen dem Expertenmodell und der individuell etablierten kognitiven Struktur auf ein akzeptables Niveau gebracht werden, muss nach der Bearbeitung der ersten 20 Störungsbilder jeder Studierende die relationale Wissensdiagnostik durchlaufen. Dies in einem wiederkehrenden Zyklus solange, bis die Abweichung von der Expertensicht genügend klein ist (vgl. auch Abb. 5). Danach kann der Lerner mit den zusätzlichen Modulen der Lernphase 2 fortfahren.

*Phase 2* erweitert nun die bereits korrekt aufgebaute Wissensstruktur durch assimilative Einbindung von 60 neuen Störungsbildern in expliziter Relation zu den bereits gelernten 20 (damit werden die von Ausubel (1980/81, 2000)



theoretisch hergeleiteten Vorteile assimilativen Lernens praktisch implementiert). Der Umfang und die Komplexität der Lerninhalte in Phase 2 umfasst gerade soviel, wie notwendig ist, um ein Störungsbild korrekt in der Überblicksstruktur zu positionieren. Auch hier fördert eine kontinuierliche relationale Diagnostik die korrekte Verarbeitung und Integration neuer Information durch die Repetition nicht richtig integrierten Wissens.

Nach der Bildung dieser Gesamtstruktur auf Überblicksebene folgt in Phase 3 die Vertiefung des Grundwissens für 20 besonders relevante Störungsbilder. Die Lerninhalte eines Störungsbildes sind hier komplexer und detaillierter als in Phase 1 und 2 und werden multimedial ergänzt mit Fallbeispielen von Patienten. Die hohe Prävalenzrate von Störungen und/oder ihre Relevanz in der klinischen Praxis begründen deren Auswahl (und nicht wie in Phase 1 die Gewährleistung eines Gesamtüberblicks über das Wissensgebiet).

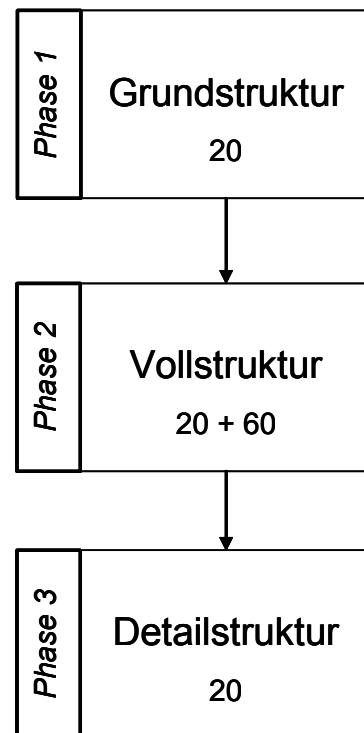


Abb. 1: Die drei Lernphasen in PTO

### 1.3 Pädagogische Zielsetzung, Lernziele und Kontrolle

Didaktik und verwendete wissensdiagnostische Methoden von PTO orientieren sich an einer konstruktivistischen Sicht des Lernens. Zusätzlich zum bereits erwähnten Schwerpunkt des Aufbaus einer adäquaten Wissensstruktur bei den Lernern ermutigt PTO zu einer aktiven Beschäftigung mit den Wissenselementen über transferfördernde Aufgabenstellungen. Eine zweckdienliche Anwendung angeleiteten und selbstgesteuerten Lernens sowie innovative Formen der Wissensüberprüfung sollen zu einer differenziert strukturierten, kognitiven Organisation des Lerninhalts führen. Lern- und Anwendungsphasen wechseln sich ab. Das hilft sicherzustellen, dass das Material durchgearbeitet, geübt und an konkreten Beispielen angewendet wurde. Der Lerner wird zwar durch das Lernprogramm geführt und ein spezifisches Vorgehen wird empfohlen, er ist aber jederzeit frei in der Wahl seines eigenen Weges.

Das übergreifende Lernziel besteht in der Aneignung eines breiten Überblicks über den Wissensbereich und die Beziehungen der ausgewählten Störungsbilder sowie der Kenntnisse und Fähigkeiten zur Erkennung spezifischer Krankheits-symptome und -syndrome in Aufzeichnungen oder Transkripten einer diagnos-

tischen oder therapeutischen Sitzung. Letzterer Punkt umfasst erstens grundlegendes Wissen der Symptomatik und Syndromatik einer spezifischen Störung, zweitens das Wiedererkennen störungsspezifischer Patientenaussagen und drittens differentialdiagnostisches Wissen. Zusätzlich vermittelt PTO in etwas kompakterer Form Wissen über Ätiologie/Pathogenese, Verlauf, Epidemiologie und Therapie.

Mit Ausnahme des sich eher durch prozedurale Aspekte auszeichnenden zweiten Punktes wird innerhalb der erwähnten Bereiche hauptsächlich faktenbasiertes Grundlagenwissen vermittelt. Um aber nicht einfach nur ein elektronisches Textbuch zu konstruieren, fokussiert PTO darüber hinaus auf die Ausbildung eines für folgende Lernzyklen optimalen Überblickswissens im Sinne einer Wissensgrundlage beim Lerner. Die 20 Störungsbilder aus Phase 1 bilden die so genannte „Grundstruktur“. Sie „spannen“ den phänomenologischen „Raum“ auf und bilden die Basis für die ähnlichkeitsbasierte Wissensdiagnostik (vgl. Kap. 2.1) und die Adaptivität der Lernumgebung. Sie werden ergänzt mit bis zu 60 weiteren Störungsbildern. Ausgehend von der Prämisse einer strukturierten kognitiven Repräsentation als Grundlage impliziten Expertenwissens kann PTO diese über die Wissenskarten explizit verfügbar machen. Der Wissensfortschritt des Lerners in Richtung einer adäquaten und stabilen Endstruktur wird sorgfältig überwacht. Eine sachgemäße Grundstruktur soll die einfache Assimilation neuen Wissens in das bestehende Gefüge ermöglichen und das Lernen über die Verringerung der Wahrscheinlichkeit, unangemessene kognitive Strukturen akkomodativ anzupassen, erleichtern (Ausubel, 1980/81, 2000; Piaget, 1976).

## **2 Adaptive Wissensvermittlung**

Computer bieten ein beachtliches Potenzial für den flexiblen Einsatz als Lehr- und Lernmedium. Neben der orts- und zeitunabhängigen Gestaltung des Unterrichts mit digitalen Lernsystemen – und einer Reihe weiterer Vorteile – schafft die Computerisierung außerdem die technische Grundlage für einen individuell angepassten Bildungsprozess. Intelligente Software kann anhand der Reaktionen eines Lerners die Lektionen dynamisch an den derzeitigen Wissensstand anpassen und so den Einzelnen optimal fördern. Intelligente / Adaptive Tutorielle Systeme (ITS, ATS) kennzeichnen sich durch systeminterne Algorithmen aus, welche auf das individuelle Verhalten des Anwenders in geeigneter Form reagieren (vgl. Leutner, 1992; Rüschoff, 1989). Sie verfügen über Lehrstoffexpertise und können diese auch anwenden. Der zentrale Vorteil liegt auf der einen Seite in der Adaptierbarkeit und auf der anderen Seite in der Adaptivität. Adaptierbarkeit meint, dass sich das Medium dem Lerner anpassen bzw. der Lerner selbst Einfluss auf das System nehmen kann, sei dies bspw. bezogen auf die Abfolge der Lerneinheiten,

Modifikationsmöglichkeiten auf der Benutzeroberfläche usw. Adaptivität dagegen meint, dass das System auf der Basis einer Statusdiagnose des Lernerwissens ihn dort abholt, wo er sich gerade befindet. Das tutorielle System stellt dem Lerner diejenige Information zusammen, die noch mangelhaft gewusst wird und somit den höchsten Lernerfolg verspricht (Leutner, 1992). Der postulierte Vorteil der Adaptivität liegt in der höheren Effizienz des Lernprozesses im Vergleich zu einem linear strukturierten Lehrplan, da Mehrfachlernen auf ein Minimum reduziert wird.

## 2.1 Nonmetrische Multidimensionale Skalierung

Das deklarative Merkmalswissen einer Person über eine Anzahl von Objekten (hier: Störungsbilder = Wissensseinheiten) lässt sich mit so genannten „Kognitiven Karten“ darstellen (Läge, 2001; Marx & Hejj, 1989; Marx & Läge, 1995). Als dimensionale Gebilde zeigen sie die Relationen, die eine Person zwischen diesen Objekten sieht, in Form von kleineren oder größeren Distanzen auf und lassen als Gesamtbild damit visualisierbare Rückschlüsse auf die individuelle Gedächtnisrepräsentation zu.

**Ähnlichkeitsurteile**

Bitte Ähnlichkeit des Paares einstellen

Manie mit psychotischen Symptomen

emotional instabile Persönlichkeitsstörung  
Borderline Typ

minimale Ähnlichkeit   1   2   3   4   5   6   7   8   9   maximale Ähnlichkeit

Urteil bestätigen

Abb. 2: Systemschnittstelle der Ähnlichkeitsbeurteilung aus Nutzersicht

Relationale, paarweise Beurteilungen (Ähnlichkeitsurteile: ÄU) einer Person über einen Satz von Objekten bilden die Datengrundlage der Wissensdiagnostik. Die globalen Ähnlichkeitseinschätzungen zwischen Objekten bildet eine Person mehr oder weniger automatisiert auf der Basis der berücksichtigten Merkmale und deren Ausprägungsunterschiede (vgl. Klauer, 1989 und Smith, Shoben & Rips, 1974) und sind verhältnismäßig expertiseunabhängig, wobei bei einem Experten das Urteil natürlich qualitativ besser ausfallen sollte. Eine Ähnlichkeitsbeurteilung

erhebt also das gesamte Wissen über zwei Elemente und ist dadurch effizient. Abb. 2 zeigt die Nutzersicht der auf einer neunstufigen Skala abzugebenden ÄU. Der Lerner soll dabei seine Urteile auf der Basis seines gespeicherten Merkmalswissens abgeben. Ein Erhebungsdurchgang bei 20 Objekten (=190 Urteile) dauert erfahrungsgemäss zwischen 10 und 20 Minuten.

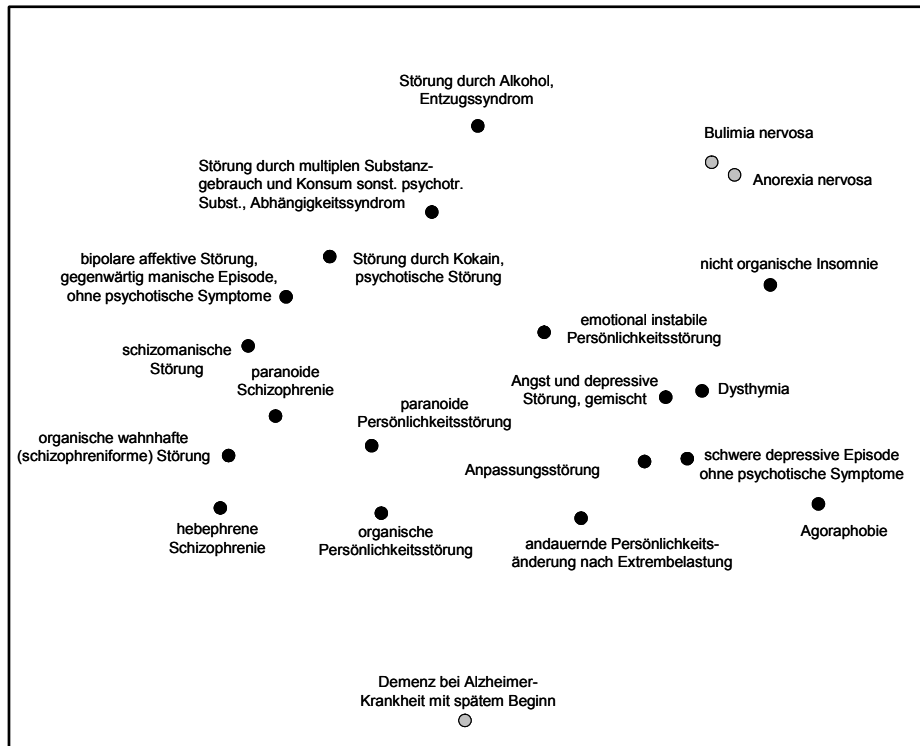


Abb. 3: Zweidimensional skalierte, auf Ähnlichkeitseinschätzungen basierende NMDS-Lösung. Die Punkte repräsentieren die Positionen der psychopathologischen Störungsbilder (übernommen und modifiziert aus Egli et al., in press). Graue Punkte markieren die im Text beschriebenen Beispiele.

Die durch das eben beschriebene Verfahren generierten Paareinschätzungen lassen sich mit der Methode der Nonmetrischen Multidimensionalen Skalierung (NMDS) als Distanzwerte verrechnen und in ein Raummodell überführen (Borg & Groenen, 1997; Läge, 2001). Das Beispiel in Abb. 3 zeigt das Resultat einer zweidimensional berechneten NMDS<sup>2</sup>. Nah beieinander positionierte Punkte wurden ähnlich bewertet, weit auseinander liegende unähnlich. Ein Beispiel: Die *Anorexia nervosa* („Magersucht“) und die *Bulimia nervosa* („Ess- und Brechsucht“) sind sehr ähnliche Störungen und gehören innerhalb des internationalen WHO-Klassifikationsschemas ICD-10 derselben Kategorie an. Sowohl in der Phänomenologie als auch in der Ätiologie und in weiteren Beurteilungskriterien unterschei-

2 Verwendet wurde der robuste NMDS-Algorithmus RobuScal (Läge et al., in review). Dieser bietet durch die Verwendung eines gewichteten Fehlermodells erst die Möglichkeit, auf individueller Ebene Karten zu interpretieren.

den sich diese beiden Objekte nur geringfügig. Die hohe eingeschätzte Ähnlichkeit spiegelt sich in einer engen Positionierung wieder. Die *Bulimia nervosa* und die *Demenz bei Alzheimer-Krankheit mit spätem Beginn* dagegen zeigen wenig Gemeinsames auf den möglichen Beurteilungskriterien (wie Phänomenologie, Ätiologie, etc.) und die hohe Unähnlichkeitsbeurteilung äußert sich in einer weit entfernten Positionierung.

## 2.2 Prokrustes-Transformation

Die Beurteilung der Wissensqualität erfolgt über den Vergleich der Lernerkarte mit einer Norm-/Expertenkarte. Mittel dazu ist die Prokrustes-Transformation (Gower & Dijksterhuis, 2004). Bereits ohne großen mathematischen Aufwand springt bei einem solchen Vergleich ins Auge, welche Objekte ein Lerner gut kennt (d.h. korrekt verortet) und welche er falsch platziert (als Beispiel vgl. Abb. 4). Doch natürlich lässt sich diese Abstandsinformation zwischen Ist und Soll auch numerisch ausdrücken, somit einer vollständig automatisierten Auswertung zugänglich machen und im Rahmen von computergestütztem Unterricht einsetzen. Als Gesamtabweichung wird der AverageLoss (AvgLoss) angegeben, der für die gemittelte Abweichung aller Einzelabweichungen (ObjectLoss) steht (Läge, 2001).

Die Prokrustes-Transformation ist nicht abhängig von verschiedenartigen Orientierungen der Objektanordnungen in den beiden Vergleichskarten, welche sich aufgrund des Skalierungsalgorithmus NMDS ergeben können. Vereinfacht ausgedrückt dreht, spiegelt, streckt und staucht sie die Lernerkarte unter Einhaltung der relationalen Objektbeziehungen solange, bis die bestmögliche Übereinstimmung mit der Normkarte gefunden wurde. Die verbleibenden Abweichungen zwischen den korrespondierenden Objekten bestimmen dann die Höhe der ObjectLoss-Werte. Übersteigt das Abweichungsmass ObjectLoss eines Objektes in der Lernerkarte ein vordefiniertes Kriterium, interpretiert das System dieses als noch mangelhaft gewusst. Detailliertere Kriteriumsdefinitionen bei der Bewertung von mangelhaftem Wissen wie die Verletzungen der Clusterzugehörigkeit o.ä. sind zwar möglich, werden in diesem Konzept jedoch nicht berücksichtigt.

NMDS und Prokrustes-Transformation eignen sich als Wissensdiagnoseinstrument hauptsächlich bei mittlerem Wissensstand. Verfügt die getestete Person noch über sehr rudimentäres Wissen, liefert eine Wissensdiagnose keinen Adaptivitätsvorteil, da jede Lernempfehlung für den Lerner hilfreich ist. Besitzt die Person bereits fundiertes und gut integriertes und elaboriertes Faktenwissen mit geringen Defiziten, wird sich seine Karte nicht mehr massgeblich und statistisch trennscharf vom Vergleichsmodell Normkarte unterscheiden.

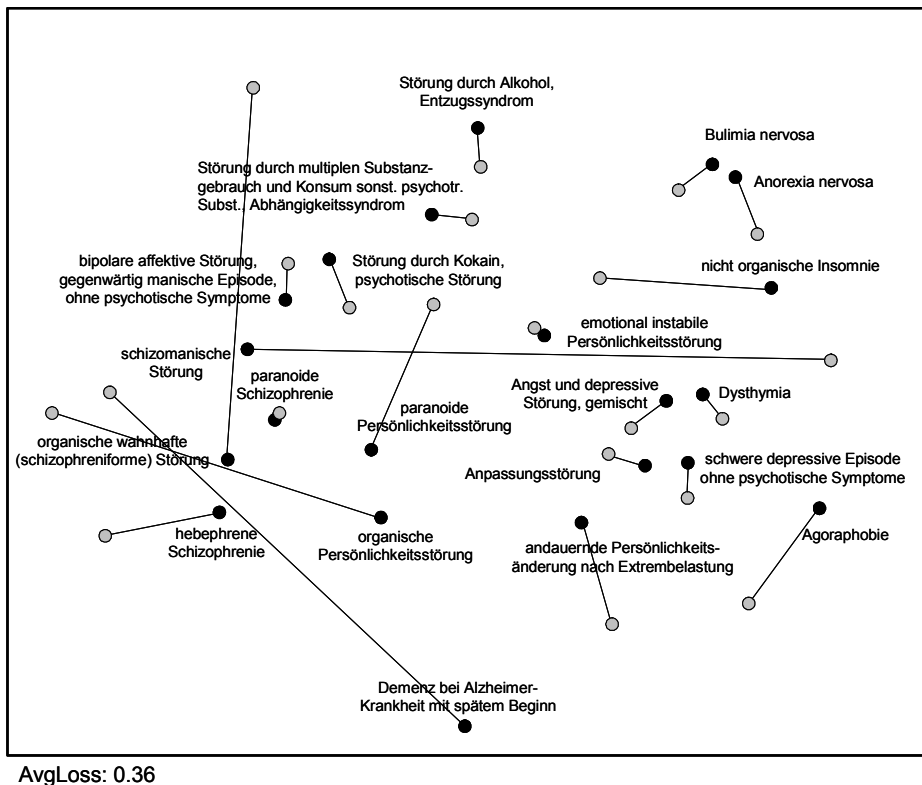


Abb. 4: Ergebnis einer Prokrustes-Transformation zwischen der Wissenskarte einer Person (graue Punkte) und einer Norm-/Expertenkarte (schwarze Punkte). Die Gesamtabweichung beträgt in diesem Beispiel AverageLoss = 0.36.

### 2.3 Lernempfehlungen in PTO

In Phase 1 und 2 kommt die Adaptivitätslogik innerhalb PTO zur Anwendung (für Phase 3 ist die Wissensdiagnostik über Wissenskarten nicht mehr notwendig und sinnvoll). In Phase 1 beurteilen die Lerner jeweils alle möglichen Paarkombinationen (bei 20 Objekten jeweils 190 Urteile), in Phase 2 nur die Beziehung eines neu gelernten zu allen 20 Objekten aus Phase 1<sup>3</sup>. Die über den Kartenvergleich der Lerner- und der Expertenstruktur gefundenen Abweichungen führen zu zwei didaktischen Handlungsanweisungen: Zum einen bestimmt die a priori festgelegte Schwelle im ObjectLoss die empfohlene Auswahl der noch zu lernenden bzw. repetierenden Störungsbilder (Phase 1 und 2), welche in Relation zum Gesamt mangelhaft positioniert wurden.

3 Der Verzicht auf die Ähnlichkeitsbeurteilung zwischen den neu gelernten Objekten aus Phase 2 begründet sich zum einen mit dem Modell des assimilativen Integrierens neuer Information mit bereits Gespeichertem und zum anderen mit der ohne inhaltlichen Verlust der Diagnostikqualität gewonnenen Effizienz in der Erhebungsdauer (Streule, Egloff & Läge, 2004).

Anhand der Richtung der Falschplatzierung erlaubt die Diagnostik zum anderen die Konstruktion spezifisch angepasster Lernübungen (Phase 1). Der Lerner soll auf Unterschiede achten, wenn die Positionen zweier Störungen massgeblich näher sind als im Expertenmodell (kriteriumsabhängig). Nach

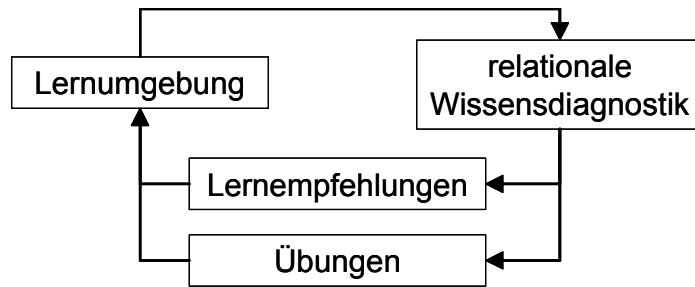


Abb. 5: Zyklus zwischen Lern- und Diagnostikphasen

derselben Logik wird der Lerner aufgefordert, Gemeinsamkeiten zu beachten, wenn zwei Störungsbilder in der Karte zu weit weg voneinander platziert wurden. Das Wissen wird wiederkehrend solange überprüft, bis die Abweichung zwischen Lerner- und Expertenkarte (AvgLoss) eine bestimmte Schwelle unterschritten hat bzw. bis eine bestimmte Anzahl Diagnostikdurchläufe absolviert wurden.

### 3 Schlussbemerkungen

Das primäre Ziel des Einsatzes einer Multimediatechnik in der Ausbildung darf nicht nur die Digitalisierung herkömmlicher Lehrmittel sein. Ein zusätzlicher Nutzen des Computers als Lehrmedium ergibt sich erst dann, wenn die neu zur Verfügung stehenden Möglichkeiten sinnvoll eingesetzt werden. Ein wichtiger Unterschied zwischen einem Buch und einem Computer oder aber auch bis zu einem gewissen Grad zwischen einem Klassenunterricht und einem persönlich verwendbaren Computer ist seine Flexibilität. Das System ist nicht starr, sondern kann auf bestimmte Verhaltensweisen des Nutzers entsprechend („intelligent“) reagieren.

Adaptive Wissensvermittlung steht gleichbedeutend mit einer Individualisierung des Wissenserwerbs. Genauso wie eine Lehrkraft im Einzelunterricht den Lehrplan den gemessenen oder beobachteten Stärken und Schwächen des Lerners anpassen kann, versucht die relationale Wissensdiagnostik mithilfe der NMDS dasselbe. Ausserdem geht sie über eine reine Reproduktion von Wissensinhalten hinaus und fokussiert auf die Qualität der strukturellen Wissensverarbeitung. Damit fungieren die Wissenskarten nicht nur als passive Wachstafeln, sondern enthalten ebenso einen didaktischen Aspekt, wenn der Lerner sein Wissen zur Bewältigung der gestellten Diagnostikaufgabe anwenden muss.

## Literatur

- Ausubel, D.P. (1980/81). *Psychologie des Unterrichts* (Band 1 und 2). Weinheim: Beltz.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge*. Dodrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Borg, I. & Groenen, P. (1997). *Modern multidimensional scaling – Theory and applications*. New York: Springer.
- Egli, S., Schlatter, K., Streule, R. & Läge, D. (in press). A Structure-Based Expert Model of the ICD-10 Mental Disorders. *Psychopathology*.
- Gower, J.C. & Dijksterhuis, G.B. (2004). *Procrustes Problems*. Oxford: Oxford University Press.
- Klauer, K.J. (1989). Allgemeine oder bereichsspezifische Transfereffekte eines Denktrainings. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 21, 185-200.
- Läge, D. (2001). Ähnlichkeitsbasierte Diagnostik von Sachwissen. Habilitationsschrift an der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich.
- Läge, D., Daub, S., Bosia, L., Ryf, S. & Jäger, C. (in review). Robustness in nonmetric multidimensional scaling.
- Leutner, D. (1992). *Adaptive Lernsysteme. Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Marx, W. & Hejj, A. (1989). *Subjektive Strukturen*. Göttingen: Hogrefe.
- Marx, W. & Läge, D. (1995). *Der ideologische Ring*. Göttingen: Hogrefe.
- Piaget, J. (1976). *Die Äquilibration der kognitiven Strukturen*. Stuttgart: Klett.
- Rüschhoff, B. (1989). Strategien zur Lernerindividualisierung in computergestützten Sprachlernprogrammen. In H. Küffner & C. Seidel (Hrsg.), *Computerlernen und Autorensysteme* (S. 121-136). Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Smith, E.E., Shoben, E.J. & Rips, L.J. (1974). Structure and process in semantic memory. A featural model for semantic decisions. *Psychological Review*, 81, 214-241.
- Streule, R., Egloff, S. & Läge, D. (2004). Effiziente ähnlichkeitsbasierte Wissensdiagnostik. In D. Kerzel, V. Franz & K. Gegenfurter (Hrsg.), *Experimentelle Psychologie. Beiträge zur 46. Tagung experimentell arbeitender Psychologen (TeaP 2004)*. 04.-07. April, 2004, Giessen. Lengerich: Pabst. S. 259.