



Zukunftsorientiertes Lernen: System- und Prozessverständnis in komplexen Kontexten am Beispiel Urban Physics

ISABELLA, TKALEC
isabella.tkalec@yahoo.de

Zusammenfassung

In dem folgenden Paper wird der Ansatz von zukunftsorientiertem Lernen diskutiert und in Verbindung mit Urban Physics gesetzt. Die Entwicklungstendenzen der Gesellschaft bezüglich Wissen und demographischen, sowie technischem Wandels werden bei der Analyse miteinbezogen, da diese direkten Einfluss auf die Notwendigkeit von neuen (Lern)Strategien haben. Zu Beginn werden die Kernaspekte des Ansatzes zukunftsorientierten Lernens beschrieben, um im weiteren Verlauf eine Analyse der aktuellen Situation zu ermöglichen. Der Begriff Urban Physics wird erklärt, um daran anschließend einen Einblick in die Forschungstrends in dem Gebiet Urban Physics zu erhalten. Die Bedeutungsverschiebung von Wissensformen wird erklärt und in Zusammenhang mit zukunftsorientiertem Lernen gebracht. In der Diskussion wird die Problematik der aktuellen Lern- und Wissensvermittlung erläutert und dargelegt warum Urban Physics für die Verwendung im Schulunterricht geeignet ist. Im letzten Kapitel wird Urban Physics als Beispiel für prozess- und systemorientiertes Lernen angewandt.

1 Einleitung

Warum Urban Physics der Grundbaustein für zukunftsorientiertes Lernen im Physikunterricht sein könnte.

Die Komplexität von Städten stellt eine enorme Herausforderung für Stadtforscher, Planer und Bewohner dar. Um das System Stadt im physikalischen und fächerübergreifenden Rahmen besser zu verstehen, ist es erforderlich, die verschiedenen Teilprozesse und die unterschiedlichen Einflussfaktoren zu erkennen, darzustellen und zu strukturieren, damit Systemzusammenhänge deutlicher werden.

Die methodische Vorgehensweise ein System- oder Prozessverständnis zu entwickeln bietet nicht nur die Möglichkeit zukunftsrelevante Thematiken besser zu begreifen, sie stellt auch selbst eine zukunftsorientierte Strategie dar.

Die „Physik von Städten“ dient als ideales Beispiel für ein komplexes, offenes System aus verschiedenen Teilprozessen, welches ein Zusammenspiel aus Mensch und Stadt bildet.

In dem folgenden Text wird ein Einblick in erste Überlegungen zu zukunftsorientiertem Lernen gegeben und dabei thematisch großteils auf Urban Physics Bezug genommen.

2 Kernaspekte des Ansatzes

Der Grundgedanke des Ansatzes besteht darin, dass Lernende ein (besseres) Verständnis für komplexe Systeme entwickeln, welche multiskalar und fächerübergreifend sein können. Ziel ist

somit ein kognitiver Überblick über größere Wissensbereiche, der helfen soll, netzwerkartige Verbindungen zwischen Systemkomponenten zu schaffen, um so letztlich auch ein besseres Verständnis für Teilprozesse und Feedbackschleifen zu erhalten. Damit dies erreicht werden kann, ist eine neue Art von zukunftsorientiertem Lernen notwendig, welche in folgende Kernaspekte zusammengefasst werden kann:

- *System- und Prozessverständnis*
Durch die zunehmende Komplexität von Systemen und Prozessen im Zuge der gesellschaftlichen und technologischen Entwicklung ist die Gewinnung einer holistischen Perspektive über Gesamt- und Teilsysteme nur schwer möglich. Besteht jedoch eine Wissensgrundlage aus Grundprinzipien, die für das Verständnis eines Gesamtsystems nötig ist, so kann im weiteren Verlauf des Lernprozesses diese Basis für die Erarbeitung komplexer Probleme oder Systeme verwendet werden (vgl. Leadbeater, 2011).
Das Auffinden und die Analyse der Kernkomponenten eines komplexen Systems und dessen Bedeutung im Gesamtgefüge hilft weiters, das System besser zu verstehen (vgl. Pollock, 2016).
In dem später vorgestellten Beispiel von Urban Physics wird sich zeigen, dass das System Stadt multiskalare und interdisziplinäre Prozesse aufweist (vgl. Blocken, 2012).
Somit ist die Auseinandersetzung mit dem

urbanen Raum auf physikalisch-naturwissenschaftlicher, aber auch gesellschaftlicher Ebene eine geeignete Möglichkeit, das Verständnis von Systemen und Prozessen zu erarbeiten und zu fördern.

- *Zukunftsorientiertheit*

Ein weiterer Aspekt des hier vorgestellten Ansatzes bezieht sich auf die Bedeutung von aktuellen Thematiken, die nicht nur gesellschaftlich relevant sind, sondern auch auf das Leben von Schülerinnen und Schülern Einfluss nehmen. Im Kontext von Urban Physics können dies beispielsweise direkte und indirekte Folgen von Verstärkung, die sich auf die Lebensqualität der Bewohner und somit auch auf die Lernenden auswirken, sein. Im Näheren wird dabei im Anwendungsbeispiel zu Urban Physics eingegangen.

Da Lerninhalte nur dann effektiv vermittelt werden können, wenn diese in einen für den Schüler oder die Schülerin persönlichen Kontext eingebettet werden, erfüllt Urban Physics somit diese Bedingung (vgl. Maisch, 2006).

3 Ergebnisse der Analyse

In den nächsten Absätzen folgt zuerst eine Erklärung des Begriffs Urban Physics und ein Einblick in das Forschungsfeld. Anschließend wird der aktuelle Forschungsstand kurz dargestellt, der Bildungsstand zum zukunftsorientierten Lernen ermittelt und schließlich Bezug auf die für diese Untersuchung relevanten Inhalte der Lernforschung genommen.

3.1 Was ist Urban Physics?

Unter Urban Physics versteht man die Wissenschaft physikalischer Prozesse in urbanen Räumen (Urban Physics School, 2017). Eine weiter gefasste Definition beschreibt darüber hinaus die physikalischen Themenbereiche, welche in urbanen Gebieten zu finden sind und wie diese mit gesellschaftlich relevanten Problematiken verbunden sind:

„Urban physics is the study of the physical aspects of the outdoor urban environment, including the transfer of heat and mass, acoustics, lighting and energy, and their interaction with the indoor environment and the building envelope. It is

aimed at improving outdoor and indoor health, comfort, productivity and sustainability taking into account energetic, ecological and economic constraints.“ (Blocken 2012, S. 5)

Obwohl sich Urban Physics scheinbar primär mit den physikalischen Aspekten von Stadtsystemen beschäftigt, kommt der gesellschaftlichen Dimension eine ebenso große Bedeutung in dem Forschungsfeld zu. Zwischen den Disziplinen bestehen direkte und indirekte Zusammenhänge, welche ein gemeinsames Wirkungs- und Beziehungsgeflecht ergeben. Dies zeigt sich beispielsweise durch den Zusammenhang von Lebensqualität und Mikroklima im urbanen Raum. Die in der Stadt vorherrschenden mikroklimatischen Bedingungen, welche mitunter physikalisch erklärt werden können, wirken sich direkt auf die Bewohner und deren Wohlbefinden aus (vgl. Moonen et al., 2017).

3.2 Forschungstrends und aktueller Forschungsstand Urban Physics

Bereits in den 70ern wurde Physik in Zusammenhang mit urbanen und umweltbezogenen Problematiken gebracht. Dem folgte bereits eine Unterteilung in die Themenbereiche Transport, Luftverschmutzung, Wasserverunreinigung, Energieverbrauch und Ressourcen. Zugleich wurde im Diskurs auch eine Querverbindung zu den Sozialwissenschaften beschrieben (vgl. Marston, 1970).

Luis Bettencourt gilt als einer der Vorreiter von Urban Physics. Ursprünglich aus dem Bereich der theoretischen Physik stammend, beschäftigte er sich zunehmend mit dem komplexen System Stadt und den Urbanisierungsprozessen, wodurch er eine interdisziplinäre Synthese aus den beiden Wissenschaftsrichtungen schuf (Santa Fe Institute, 2016 und Pollock, 2016).

Aktuelle und künftige Herausforderungen für die Stadtentwicklung und die Versorgung der in Städten lebenden Menschen erfordern neue und innovative Ansätze aus dem Bereich Urban Physics. Durch das enorme Wachstum von Städten werden Lösungsansätze zunehmend dringlicher (ÖAW, 2016).

Das New Yorker *Center for Urban Science and Progress* (CUSP) stellt nur eines von vielen

urbanen Wissenschaftszentren dar (CUSP, 2018). Das gemeinsame Ziel dieser Einrichtungen ist nicht nur ein Verständnis der Prozesse und Systeme einer Stadt, sondern herauszufinden, wie und wodurch sich die vorherrschenden Problemfelder verbessern oder lösen lassen (vgl. Koonin, 2014).

3.3 Aktueller Bildungsstand zum zukunftsorientierten Lernen

Die Notwendigkeit zukunftsorientiertes Lernen im Bildungsbereich einzusetzen zeigt sich mitunter durch die aktuellen Trends des gesellschaftlichen Wandels. Der Ansatz des neuseeländischen Bildungministeriums knüpft hier an und beschreibt zukunftsorientiertes Lernen als Cluster aus neuen Ideen, neuem Wissen und neuen Theorien sowie Praktiken, die in Schulen bisher nur bruchstückhaft oder isoliert vorhanden sind. Entscheidend für die Entwicklung von zukunftsorientiertem Lernen ist der soziale, ökonomische und technische Wandel, welcher nicht nur einen Paradigmenwechsel in der Bedeutung und Funktion von Wissen hervorbringt, sondern auch die Basis des zukunftsorientierten Lernens bildet (vgl. Bolstad et al., 2012).

3.4 Ergebnisse der Lern- und Gedächtnisforschung

Die Gedächtnisforschung liefert für das Verständnis von Lernen und Lernstrategien wichtige Ergebnisse. Diese Erkenntnisse sind wiederum nötig, um zukunftsorientiertes Lernen entsprechend der Erkenntnisse gestalten zu können.

Die Differenzierung von unterschiedlichen Formen des Wissens ist eine für die Wissensvermittlung und -aneignung relevante Vorgehensweise. Jene Inhalte, Informationen oder Fähigkeiten, welche erlernt werden sollen, lassen sich in unterschiedliche Wissenskategorien einteilen. Diese Kategorien entscheiden darüber, welche Herangehensweise des Lernens für das jeweilige Lernziel relevant ist.

Es werden folgende Wissensformen unterschieden (vgl. Maisch, 2006):

- *Deklaratives Wissen*

Darunter wird das Wissen über bestimmte Sachverhalte bezeichnet. Es

besteht sowohl aus Fakten, als auch aus vernetzten Inhalten. Das Sachwissen stellt eine Wissensform dar, die sich auf Daten ohne Wertung oder Erfahrungszusammenhang bezieht und kann als Grundlage für andere Wissensformen dienen.

- *Prozedurales Wissen*

Ein synonym verwendeter Begriff ist das Handlungswissen. Es besteht aus Fähigkeiten und Fertigkeiten. In den neuen Lehrplänen findet diese Form bereits unter dem Begriff „Kompetenzen“ Einzug.

- *Regelwissen*

Regelwissen ist das Wissen über Strategien, welche verstanden und korrekt angewendet werden müssen, um bestimmte Probleme oder Situationen zu lösen.

- *Metakognitives Wissen*

Diese Wissensform beinhaltet die Fähigkeit der Selbstreflexion über eigenes Wissen oder Handlungen. Die Wissensaneignung erfolgt durch die Auseinandersetzung individueller, kognitiver Prozesse.

In der neurokognitiven Forschung wird des Weiteren zwischen explizitem und implizitem Wissen unterschieden. Ersteres stellt die strukturierte und objektive Informationsspeicherung von Wissen vor, die sich beispielsweise in Büchern, Akten, Protokollen oder Artikeln finden. Die zweite Art hingegen ist eine subjektive und individuelle Form von Wissen, welche auf speziellen Fähigkeiten und Fertigkeiten beruht. Verbindet man nun den Ansatz des zukunftsorientierten Lernens, welches sich vor allem durch seine System- und Prozessorientiertheit auszeichnet, mit den Anforderungen der neuen Wissensgesellschaft, so wird deutlich, welchen Wissensformen zunehmend Beachtung geschenkt werden sollte.

Vor allem das Regelwissen trägt zum Verständnis großer, komplexer Systeme bei, da Fachwissen erworben, verarbeitet und schließlich auf konkrete Probleme angewandt wird. Besonders durch die bereits thematisierten gesellschaftlichen Entwicklungen (Globalisierung und Digitalisierung) gewinnt die korrekte Anwendung von vorhandenem Wissen immer mehr an Bedeutung. Dies liegt daran, dass die deklarative Wissensform zunehmend von der digitalen

Datenspeicherung übernommen wird, wohingegen prozeduralen Wissensformen eine stärkere Bedeutung zugemessen wird (vgl. Maisch, 2006).

4 Diskussion

In diesem Kapitel möchte ich aufzeigen, weshalb zukunftsorientiertes Lernen und Urban Physics in den Schulunterricht künftig besser integriert werden sollte. Dazu weise ich zunächst auf das aktuelle Problem der Lehr- und Lernmethodik in Form von Wissensreproduktion hin.

Die Problematik der aktuellen Lern- und Wissensvermittlung

Warum wird überhaupt ein neuer Ansatz im Bereich Lernen und Bildung benötigt?

Wirft man einen Blick auf die generellen Entwicklungen der letzten Jahre bzw. Jahrzehnte, so können die Begriffe Globalisierung und digitale Technologisierung nicht unerwähnt bleiben. Diese Veränderungen wirken sich auch auf die Anforderungen an Bildungsstätten aus. Denn die Wissensreproduktion verliert durch die Automatisierung zunehmend an Bedeutung. Dies hat zur Folge, dass die vielfältige und korrekte Anwendung von bereitgestelltem Wissen auf neue Inhalte und Problematiken zunehmend gefordert werden sollte. Die Lücke zwischen jener Form von Bildung, welche in Bildungssystemen vermittelt wird und jener, die für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung benötigt wird, sollte nicht größer, sondern reduziert werden. Somit kann als erstrebenswertes Ziel im Bildungsbereich eine neue Art des Lernens formuliert werden, welche Schülerinnen und Schülern sowie Lernenden hilft, von der dominierenden Wissensreproduktion wegzukommen und stattdessen effektives, produktives und anwendungsbasiertes Wissen zu erlangen.

Vor allem durch die zunehmende Vernetzung von unterschiedlichen Handlungsbereichen, Gesellschaft und Wissen wird dringend eine weltkomplexitätsreduzierende Lernstrategie benötigt, um einen Überblick über die zunehmend komplexen Systeme, Thematiken und Aufgaben im Alltag zu gewinnen (vgl. Leadbeater, 2011).

Warum Urban Physics und zukunftsorientiertes Lernen stärker in den Fokus von Schulbildung gerückt werden sollte

Aus der Analyse des aktuellen Forschungsbereichs ist zu erkennen, dass Urban Physics in der Wissenschaft bereits fest vertreten ist. Dies ist unter anderem durch Institutionen ersichtlich, die in den letzten Jahren entstanden sind, wie etwa das *Center for Urban Science and Progress (CUSP)* oder die *Urban Physics School*. Ebenso zeigt sich durch internationale Konferenzen wie die *First International Conference on Urban Physics (FICUP)*, dass die Verbindung von urbanen Forschungsbereichen mit naturwissenschaftlichen Disziplinen zunehmend verflochtener wird (CUSP, 2018 & Beckers et al., 2016).

Der gesellschaftliche Bedeutungsgewinn von Urban Physics ist somit direkt durch die Zunahme an Institutionen, welche sich thematisch mit dem Forschungsbereich befassen, ersichtlich. Indirekt verifizieren lässt sich diese Entwicklung auch durch die Veränderung im Rahmen von Globalisierung und der digitalen Technologisierung, sowie den demographischen Entwicklungstrends (Urbanisierung).

Sieht man von der thematisch-inhaltlichen Bedeutungszunahme ab, besteht eine weitere Verbindung von Urban Physics und Schulbildung. Denn wie in dem Punkt zu den Ergebnissen der Lern- und Gedächtnisforschung festgestellt wurde, ist der Bedarf an system- und prozessorientiertem Wissen sowie Problemlösungsstrategien zunehmend präsent. Um diese Forderungen zu erfüllen muss sich der Paradigmenwechsel von Lernmethoden und Bildungsinhalten, der bereits in ersten Ansätzen an Schulen zu finden ist (kompetenzorientiertes Lernen), weiter vollziehen. Erst durch zukunftsorientiertes Lernen welches neue Formen des Wissens miteinbezieht und in andere Kontexte einbettet, kann ein solcher Wandel stattfinden (vgl. Leadbeater, 2011 und Bolstad et al., 2012).

5 Anwendung

Das Beispiel Urban Physics – Wie kann eine konkrete Anwendung von zukunftsorientiertem Lernen auf physikalisch relevante Inhalte aussehen?

Die gegenwärtigen Entwicklungstrends der Urbanisierung sorgen für eine zunehmende Relevanz von Thematiken rund um das System

Stadt. Schätzungen gehen davon aus, dass bis ins Jahr 2050 rund 6,7 Milliarden Menschen in Städten leben werden. Damit aufkommende oder bereits vorliegende Problematiken gelöst werden können, muss zunächst ein fundamentales Verständnis für das System Stadt geschaffen werden (ÖAW, 2016).

Um das komplexe System zu verstehen, ist es erforderlich, die verschiedenen Teilprozesse und die unterschiedlichen Einflussfaktoren zu erkennen, darzustellen und zu strukturieren, damit Systemzusammenhänge deutlicher werden.

Mit Hilfe von aktuellen Forschungsberichten zum Thema Stadt und Physik, erarbeitete ich eine netzwerkartige Zusammenstellung der Teilaspekte (Beckers et al., 2016 & Moonen et al., 2012).



Abb. 1 – Die Lebensqualität im Stadtraum hängt von den ermittelten physikalischen Komponenten ab (eigene Darstellung, frei nach Beckers et al., 2016 & Moonen et al., 2012).

In Abbildung 1 ist zunächst ein Entwurf der physikalischen Themenfelder zu sehen, welche sich herauskristallisiert haben. Die Themenfelder stellen die Hauptkomponenten des Konstrukts dar. Sie alle stehen in Verbindung mit der Lebensqualität in Städten, sind aber nicht festgelegt sondern veränderbar und auch mit weiteren Komponenten zu ergänzen. Das Fragezeichen in Abbildung 1 steht für die Veränderbarkeit der Systeminhalte.

Als Grundbaustein wählte ich wie eben beschrieben den gesellschaftlichen Kontext der

Lebensqualität und ermittelte die dazu physikalisch relevanten Teilbereiche, die Einfluss darauf nehmen.

Das Ergebnis des komplexen Beziehungsgeflechts ist in Abbildung 2 (nächste Seite) dargestellt. Zu den Hauptkomponenten bildete ich Unterstränge, um einen Überblick über die Inhalte zu gewinnen. Zusätzlich zu den Unterkategorien, welche bis hin zu konkreten Beispielen auf der Mikroebene reichen, ermittelte ich Verbindungen innerhalb einzelner Komponenten und auch zwischen den Komponenten. Die Verbindungen wurden mit Pfeilen dargestellt. Das Themenfeld „Mikroklima“ umfasst mehrere der Teilbereiche, diese wurden hierzu in grau hinterlegt und stellen zusammen ein physikalisches Gesamtphänomen, den Urban Heat Island Effekt dar. Dabei können auch Feedbackschleifen im System ersichtlich werden, die Rückkopplungsprozesse auslösen. Entscheidend ist, dass das visuelle Endprodukt weniger wichtig für den Wissenserwerb ist, hingegen der Prozess die eigentliche Lernstrategie widerspiegelt.

Das Geflecht ist somit das Ergebnis eines (Zu)ordnungsversuches einzelner Teilbereiche, stellt aber zugleich Verbindungen zwischen den Bereichen dar. Durch die Visualisierung und Reduktion von komplexen, themenübergreifenden Inhalten, entsteht so ein dynamischer Gesamtkomplex, der im Lernprozess einzelne Teile zu einem „großen Ganzen“ verbindet und Systeme sichtbar macht (vgl. Leadbeater, 2011). Im weiteren Verlauf ist eine noch tiefergehende Auseinandersetzung mit der Vorgehensweise notwendig, da dies nur einen ersten Versuch zur Wissensaneignung von Urban Physics darstellt.

6 Conclusio

Die aktuellen Entwicklungen (Globalisierung, Digitalisierung und Urbanisierung) fordern auch eine Veränderung im Bildungsbereich, da eine Bedeutungsverlagerung zwischen den Wissensformen stattfindet. Es ist eine Adaption der Lernprozesse notwendig, um neue und innovative Möglichkeiten der Wissensgewinnung zu schaffen. Diese ersten Überlegungen für ein zukunftsorientiertes Lernen stellen hiermit keine wissenschaftlich fundierten Erkenntnisse dar, sie können jedoch als geeignete Basis für eine künftige wissenschaftliche Analyse, welche in Zukunft dringend nötig sein wird, dienen.

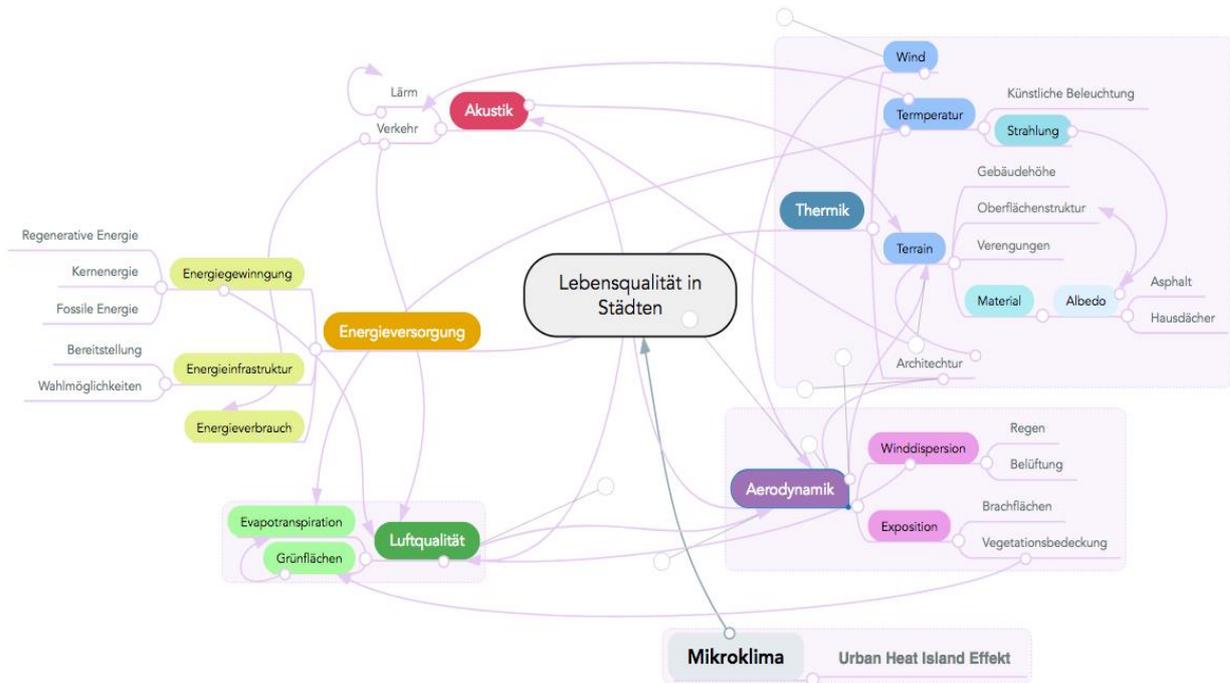


Abb. 2 – Das System Stadt in Verbindung mit der Lebensqualität. Die einzelnen Komponenten aus Abbildung 1 sind hier in weiter Teilkomponenten gegliedert und mit anderen Systemkomponenten verbunden (eigene Darstellung, frei nach Beckers et al., 2016 & Moonen et al., 2012).

Die größte Herausforderung für neue Lern- und Wissensstrategien ist die zunehmende Komplexität von Systemen, Phänomenen und Problemen. Gerade deshalb ist eine weiterreichende und intensivere Auseinandersetzung mit der Thematik des zukunftsorientierten Lernens erforderlich.

Verbindet man nun den Ansatz des zukunftsorientierten Lernens, welches sich vor allem durch seine System- und Prozessorientiertheit auszeichnet, mit den Anforderungen der neuen Wissensgesellschaft, so wurde in diesem Text deutlich, welchen Wissensformen zunehmend Beachtung geschenkt werden sollte.

Keywords: *Urban Physics, zukunftsorientiertes Lernen, Smart Cities, Systemlernen*

7 Literatur

Beckers, P., Pico, T., & S. Jiménez (2016): FICUP First International Conference on Urban Physics. Quito: UNDP Ecuador.

Blocken, B. J. E. (2012): Urban physics. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

Bolstad, R. & J. Gilbert, S. McDowall, A. Bull, S. Boyd, R. Hipkins (2012): Supporting future-oriented learning & teaching. A New Zealand perspective. Report to the Ministry of Education. New Zealand: Ministry of Education.

CUSP (2018): Center for Urban Science + Progress.

<http://cusp.nyu.edu/> (Zugriff: 2018-01-19)

Leadbeater, C. (2011): Rethinking Innovation in Education. Opening Up the Debate. Melbourne: Centre for Strategic Innovation.

Maisch, J. (2006): Wissensmanagement am Gymnasium. Anforderungen der Wissensgesellschaft. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Moonen, P. & T. Defraeyec, V. Dorerb, B. Blockend, J. Carmeliet (2012): Urban Physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. *Frontiers of Architectural Research*, 1(3), 197.228.

ÖAW (2016): Urban Physics.

<https://www.oew.ac.at/oesterreichische-akademie-der-wissenschaften/die-oew/article/urban-physics/> (Zugriff: 2017-12-07)

Pollock, K. (2016): Urban physics. In: *Nature* 531. Urban Health and Well Being, 64-65.

Santa Fe Institute (2016): Luis Bettencourt.

<https://www.santafe.edu/people/profile/luis-bettencourt> (Zugriff: 2018-02-13)

Steven E. Koonin, Gregory Dobler, and Jonathan S. Wurtele (2014): *Urban Physics*. 23, 3.

<https://www.aps.org/publications/apsnews/201403/urban.cfm> (Zugriff: 2017-12-07)