



Industrial Ecology und Nachhaltigkeit

Episode 1: Forschungslandschaft

Prof. Dr. habil. Ralf Isenmann
Fachgebiet Nachhaltiges Zukunftsmanagement
Hochschule München

 Universität Bremen

ZMML
Zentrum für Multimedia
in der Lehre

DBU 

Deutsche Bundesstiftung Umwelt





Übersicht der Lerneinheit

Episode 1: Forschungslandschaft

Episode 2:
Historische Entwicklung und Umsetzungsbeispiele

Episode 3:
Interview



Lernziele dieser Episode

Lernziel 1:

Sie können begründen, was die Industrial Ecology zum eigenständigen Forschungs- und Handlungsfeld in den Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften macht.

Lernziel 2:

Sie können die Ziele und die hauptsächlichen Handlungsfelder der Industrial Ecology erläutern.



Gliederung

- Industrial Ecology – eigenständiges Forschungs- und Handlungsfeld
- Natur als Vorbild – identitätsstiftendes Naturverständnis der Industrial Ecology



Gliederung

- **Industrial Ecology – eigenständiges Forschungs- und Handlungsfeld**
- Natur als Vorbild – identitätsstiftendes Naturverständnis der Industrial Ecology



Welche Vorstellungen verbinden
Sie mit „Industrial Ecology“?



Als Vorverständnis können wir festhalten ...

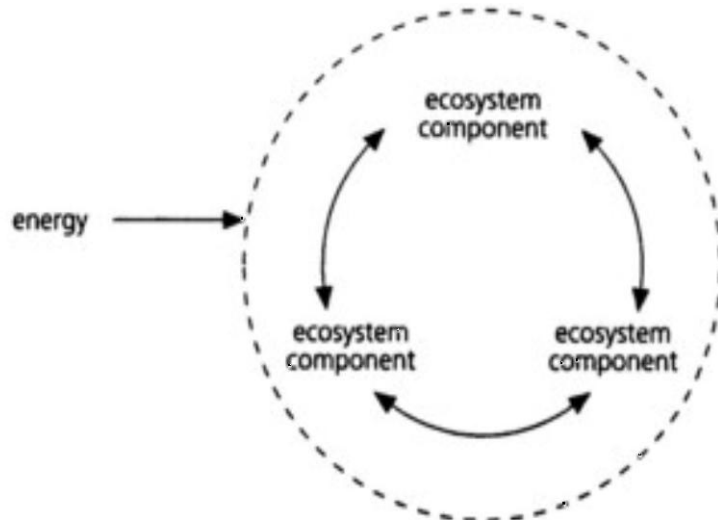
Industrial Ecology

- „is **industrial** in that it focuses on product design and manufacturing processes. It views firms as agents for environmental improvement [...].
- is **ecological** in at least two senses [...] (I)ndustrial ecology looks to non-human ‚natural‘ ecosystems as models for industrial activity“; „industrial ecology places [...] industry [...] in the context of the larger ecosystems that support it, examining the sources of resources used in society and the sinks that may act to absorb or detoxify wastes.“
(Lifset und Graedel 2002: 3f.)
- **Ziel:** Kreislaufwirtschaft mit Sonnenenergie (solares Wirtschaften) nach dem Vorbild natürlicher Ökosysteme, Gestaltung nachhaltiger Industriesysteme.

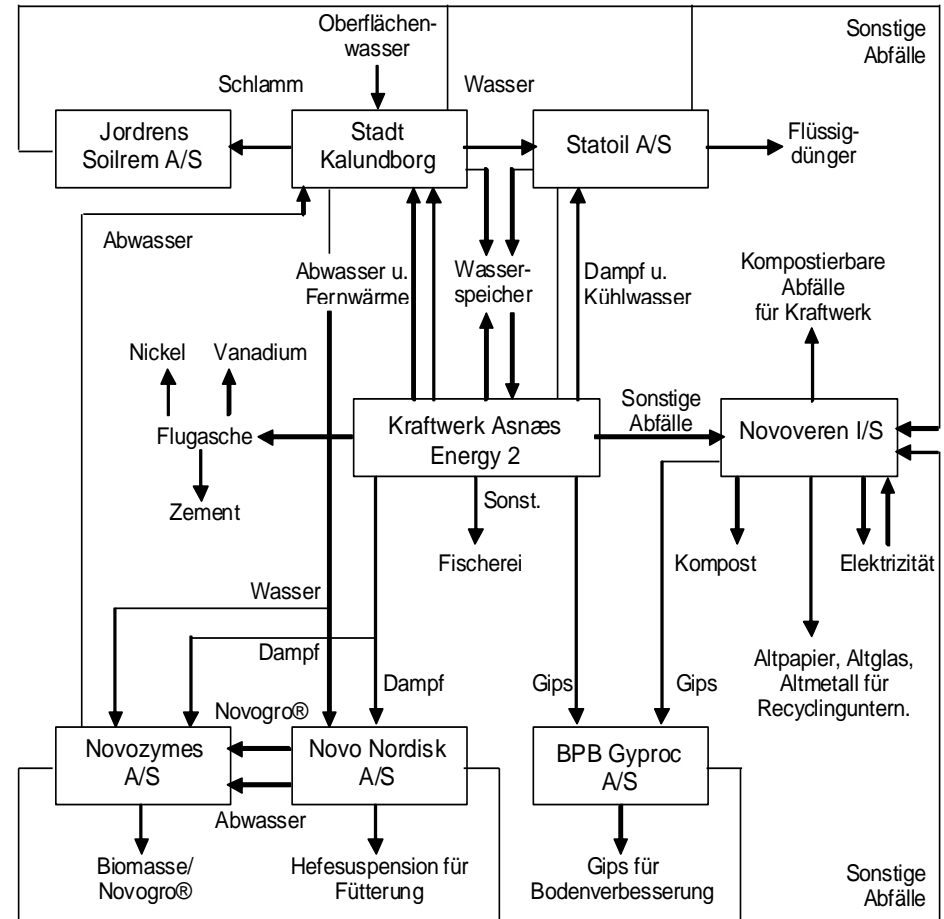


Als Vorverständnis können wir festhalten ...

Weg:



Quelle: Graedel (1994)



Quelle: Posch und Perl (2007)



Was zeichnet die Industrial Ecology aus?

Umwelt- und Ressourcenökonomie?

Environmental Engineering?

Pollution Prevention?

Produktionsintegrierter
Umweltschutz?

Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement?



Ökologische Ökonomie?

Verfahrenstechnik?

Umweltinformatik?



Was zeichnet die Industrial Ecology aus?

Es gibt einen anhaltenden Dialog, was Industrial Ecology letztlich auszeichnet, allerdings auch das Bedürfnis einer Klärung.

Indikatoren

- Lifset (1998): Setting the boundaries?
- Allen (2001): Articulate the field, its principles, tools, and values!
- Boons and Roome (2001): Reflect upon normative aspects!
- Bey (2001): Realigning the discipline with its ecological roots!
- Ehrenfeld (2001): Industrial ecology begets a society
- Lifset and Graedel (2002): Goals and definitions
- Bourg (2003): Discipline in its own right
- Korhonen (2004): Theory of Industrial Ecology
- Allenby (2005): What is Industrial Ecology?



Auswirkungen der Reflexion

Eine Reflexion des Selbstverständnisses und der spezifischen Besonderheiten hat

Auswirkungen

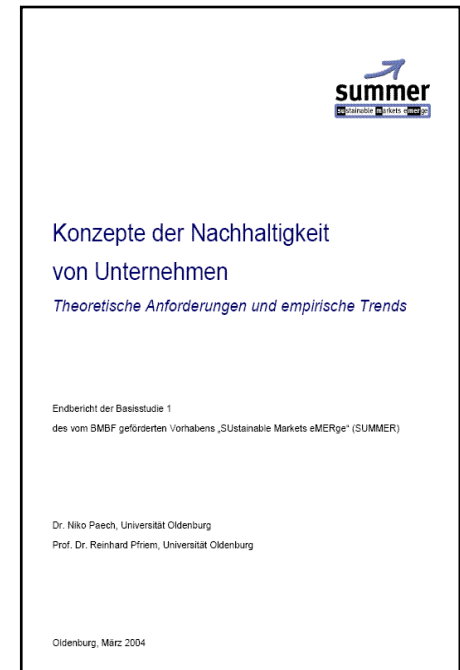
- Motivation: (Gruppen-)zugehörigkeit als Industrial Ecologist
- Reputation: Selbstverständnis von Industrial Ecologists als Berater vs. Wissenschaftler
- Forschung: Projektförderung
- Publikationen: Entscheidung, ob ein Aufsatz zum Journal passt
- Scientific community: Besonderheiten innerhalb der Konzepte zur Nachhaltigkeit
- Theoriebildung: Entwicklung zu einer etablierten Wissenschaft



Herausforderungen der Industrial Ecology

Die Diskussion, was die Industrial Ecology auszeichnet, ist real und aktuell ...

- Intern: Debatte über Selbstverständnis der Industrial Ecology (z.B. Lifset (1998); Allen (2001); Bey (2001); Ehrenfeld (2001); Bourg (2003); Allenby (2005); Isenmann, Bey und Keitsch (2008); Isenmann (2003), (2008))
- Extern: Kritik an der Industrial Ecology (z.B. O'Rourke et al. (1996); Harte (2001); Spiegelman (2003); Cohen und Howard (2006))
- In Deutschland wird noch oftmals eine verkürzte Lesart wahrgenommen: Industrial Ecology sei im deutschsprachigen Raum nur bedingt Konzepten der Nachhaltigkeit von Unternehmen zuzurechnen (Paech und Pfriem 2004: 13).





Auswirkungen der Herausforderungen

... und sie wird deutlich sichtbar an den praktischen Auswirkungen:

- **Motivation:** (Gruppen-)zugehörigkeit als „Industrial Ecologist“
- **Seriosität:** Zwischen „seichter Beratung“ vs. „solider Gestaltungsempfehlung“ („Tell someone that an idea comes from nature and you are half way towards selling it“; Vincent 2000: 139)
- **Forschungsprojekte:** Wettbewerb um Projektförderung; zunehmend mehr Communities sind auf Nachhaltigkeit ausgerichtet und beanspruchen insofern Bedeutung (sowie Ressourcen!), um dieses Ziel zu erreichen.
- **Theoriebildung:** Entwicklung einer soliden konzeptionellen Basis
- **Veröffentlichungen:** Entscheidung, ob ein Aufsatz zum Journal passt



Welche Vorgehensweisen kennen Sie, um das Profil der Industrial Ecology herauszuarbeiten?



Herausarbeitung von Forschungsfeldern

Für das Herausarbeiten eines Forschungs- und Handlungsfeldes bieten sich zwei grundsätzliche Vorgehensweisen an ...

1. Bottom-up:

Analyse dessen, was sich im Feld bzw. in der Community tut

Industrial Ecology ist, was Industrial Ecologists tun!

2. Top-down:

Auswahl eines konzeptionell fundierten Ansatzes
Industrial Ecology ist, was ein (reputabler) Autor definiert

Welche Schwächen ergeben sich jeweils?



Herausarbeitung von Forschungsfeldern

Der hier verfolgte Lösungsvorschlag verknüpft beide Vorgehensweisen ...

- **Lösungsvorschlag:** Kombination aus (2) und (1):
 - (3a) methodisch-gestütztes Rahmenkonzept und
 - (3b) Analyse in der Industrial Ecology
- **Theoretisch-methodischer Hintergrund (3a):**
Jedes Forschungs- und Handlungsfeld lässt sich durch ein Rahmenkonzept beschreiben, sei es:
 - Disziplin
 - Denkschule
 - Akademischer Zweig
 - u.v.m.
- **Quellen:**
VWL (Amonn (1927)), BWL (Moxter (1957), Wöhe (1959)),
Wissenschaftstheorie (Rickert (1926), Zwierlein (1994)),
Wissenschaftssoziologie (Krüger (1987)),
Wissenschaftsgeschichte (T.S. Kuhn (2006))



Methodisch-gestütztes Rahmenkonzept

Das Rahmenkonzept (3a) besteht aus vier grundlegenden Ebenen, ...

Aussagen:

⇒ z.B. Feststellungen, Gestaltungsempfehlungen, dokumentiertes Wissen

Objekte:

⇒ z.B. Untersuchungsgegenstände, Analyseobjekte, Themen, Ausschnitte

Methoden:

⇒ z.B. Operationen, Techniken, Instrumente, Werkzeugkasten

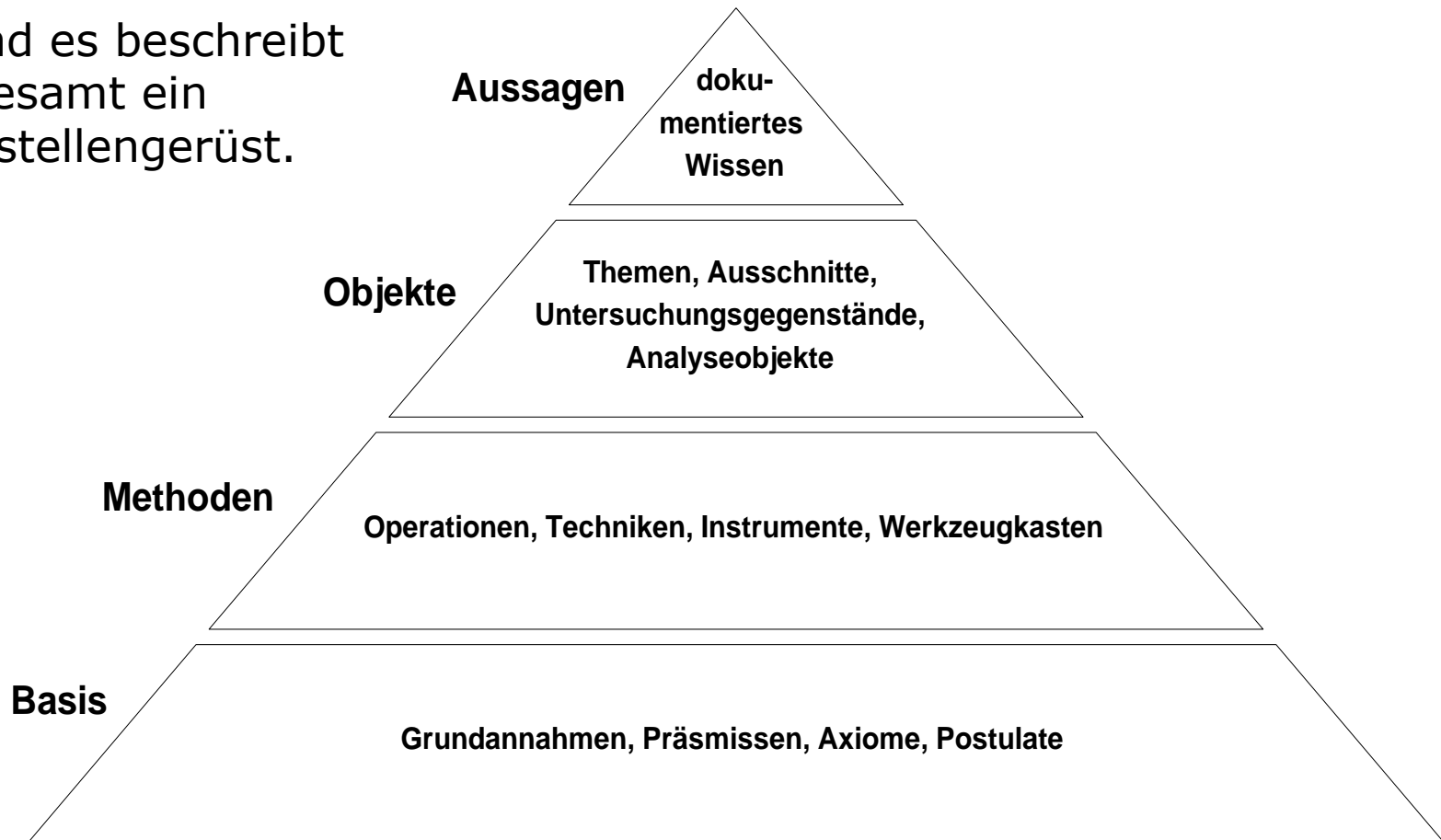
Basis:

⇒ z.B. Grundannahmen, Prämissen, Axiome, Postulate



Methodisch-gestütztes Rahmenkonzept

... und es beschreibt insgesamt ein Leerstellengerüst.

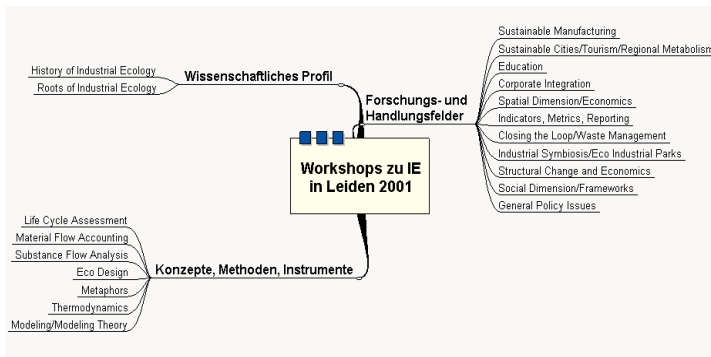




Dokumentenanalyse

Das Leerstellengerüst (3a) lässt sich durch eine Dokumentenanalyse (3b) für die Industrial Ecology konkretisieren.

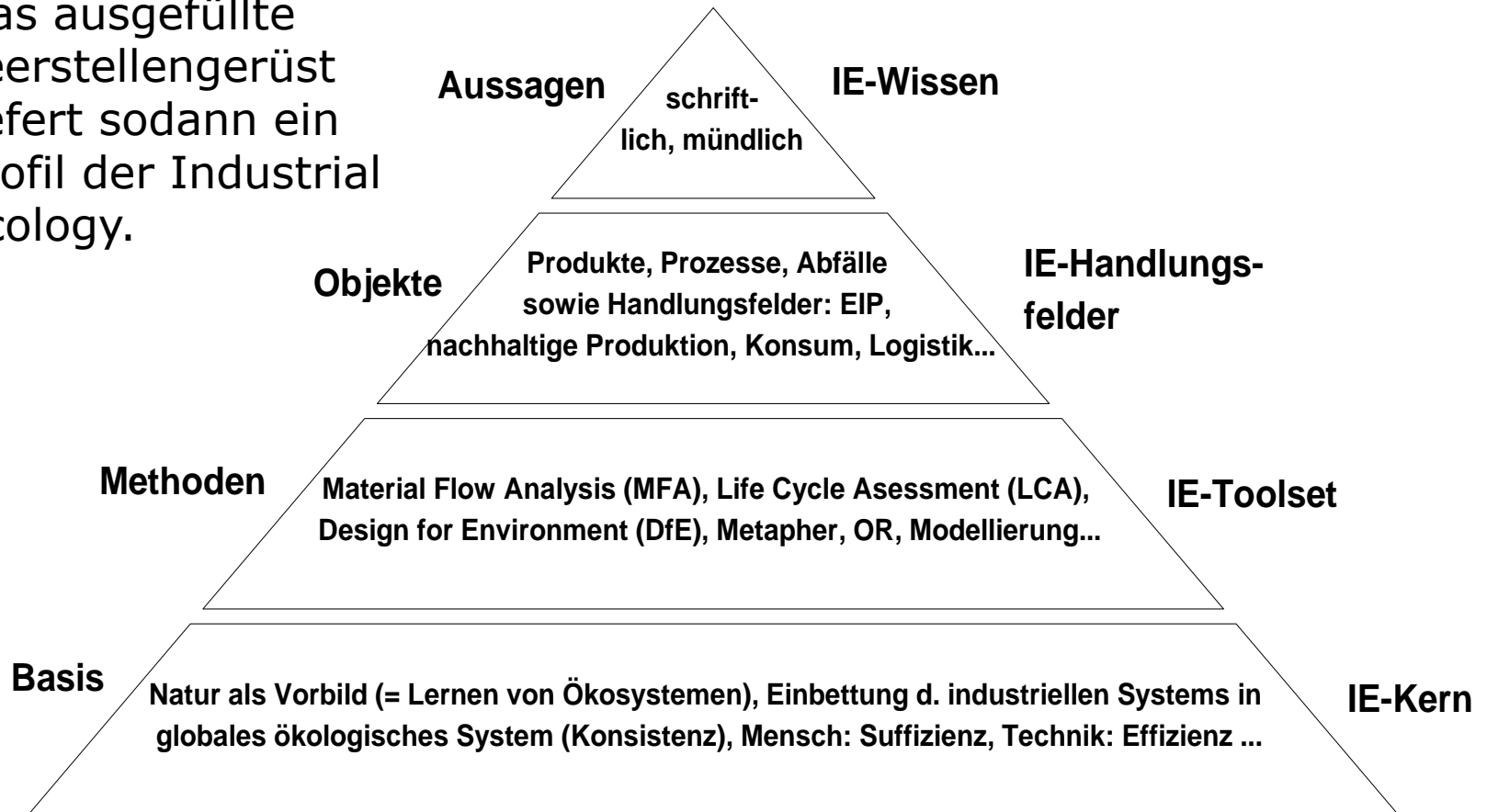
- **Dokumentenanalyse (3b):**
schriftliche Beiträge, mündliche Präsentationen und Workshops der ersten drei Internationalen Konferenzen zur Industrial Ecology:
 - ⇒ „Science and Culture of Industrial Ecology“, Leiden 2001 (NL)
 - ⇒ „Industrial Ecology for a Sustainable Future“, Ann Arbor 2003 (USA)
 - ⇒ „Industrial Ecology for a Sustainable Future“, Stockholm 2005 (S)





Profil der Industrial Ecology

Das ausgefüllte
Leerstellengerüst
liefert sodann ein
Profil der Industrial
Ecology.





Zwischenfazit

Als Zwischenfazit zur Forschungslandschaft der Industrial Ecology können wir festhalten:

- Das Profil der Industrial Ecology verdeutlicht, was das Forschungs- und Handlungsfeld auszeichnet (**Inhalte**) und wie es aufgebaut ist (**Struktur**).
- **Nutzen** des Profils:
 - Leicht zu verstehen (klare Struktur)
 - Anschauliche Darstellung (Pyramidenform)
 - Basiert auf einer soliden methodischen Grundlage (Rahmenkonzept + empirische Evidenz)
 - Offen für Entwicklungen (nicht statisch)
 - Ermöglicht Vergleiche mit anderen Forschungs- und Handlungsfeldern (erleichtert Diskussionen, bietet Ansätze für Kooperationen)



Gliederung

- Industrial Ecology – eigenständiges Forschungs- und Handlungsfeld
- **Natur als Vorbild – identitätsstiftendes Naturverständnis der Industrial Ecology**



Naturverständnis der Industrial Ecology

Im Herzen des Profils der IE-Wissenschaft liegt ein spezifisches Naturverständnis.

Authors	References
Frosch/Gallopoulos 1989	Industrial ecology would function "as an analogue of the biological system"
Graedel 1994	"The ideal anthropogenic use of ... materials ... would be one similar to the biological model"
Richards/Allenby/Frosch 1994	"Natural ecosystems as no-waste ecology"
Graedel/Allenby 1995	Nature is understood as "master of recycling"
Allenby 1999	"The concept of industrial ecology ... [is] based here on the biological analogy"
Cleveland 1999	It is characteristic for industrial ecology to "look to the natural world for models of ... efficient use of resources"
Manahan 1999	"Industrial ecology mimics natural ecosystems"
Ehrenfeld 2000	"Natural ecosystems ... offer the only ... example of long-lived, robust, resilient living systems"
Deutz/Gibbs 2004	"Industrial Ecology is a strategy to promote the reduction of the environmental impact of industry by learning from an analogy with natural systems"
Journal of Industrial Ecology 2005	Industrial ecology "looks to the natural world for models"

Quelle: Bey und Isenmann (2005)

"Industrial Ecology looks to the natural world for models of highly efficient use of resources, energy and by products" (JIE 2005) ⇒ Natur als Vorbild



Natur als Vorbild der Industrial Ecology

In der Industrial Ecology gilt die Natur als (partielles) Vorbild.

	Typ 1		Typ 2	Typ 3	Typ 4
Naturverständnis	Natur als Objekt		Natur als Grenze	Natur als Vorbild	Natur als Partner
Naturverhältnis	Nutzung der Natur	Schonung der Natur	Verzicht auf Nutzung der Natur	Lernen von der Natur	Koevolution mit der Natur
Erkenntnisinteresse an der Natur	Eingriff in die Natur	Schutz der Natur	Respekt vor der Natur	Orientierung an der Natur	Mitproduktivität der Natur
Beziehung Mensch-Natur	Herrschaft		Pflegschaft	Begegnung	Partnerschaft
Naturethik	Anthropozentrismus		Aufgeklärter Anthropozentrismus		Physiozentrismus
Umweltökonomischer Ansatz (VWL)	Neoklass. Umwelt-/ Ressourcenökonomie		"Raumschiff-wirtschaft"	Industrial Ecology	"Bio-Ökonomie"
Umweltmanagement-konzept (BWL)	Faktortheoretisches Konzept		Systemtheoretisches Konzept	(Sozialökologisches Konzept)	

Quelle: Isenmann (2003)



Natur als Vorbild der Industrial Ecology

Was kann das Merkmal "Natur als Vorbild" für die Industrial Ecology leisten, was nicht ...

Lesen im "Buch der Natur"

- ... is not a straightforward process of observing nature merely by empirical research: "Myth of pure inquiry" (Haila und Levins (1992))
- ... erfordert ein Nachdenken über den Leser und den Prozess des Lesens (Kant (1787); Löw (1990))
- Im Spiegel der Natur sehen die Menschen letztlich sich selbst.

Management "inspired by nature"

- Industrial Ecology hat das Potenzial, eine bereichernde Art einer wissenschaftlichen Interpretation von Natur zu leisten.

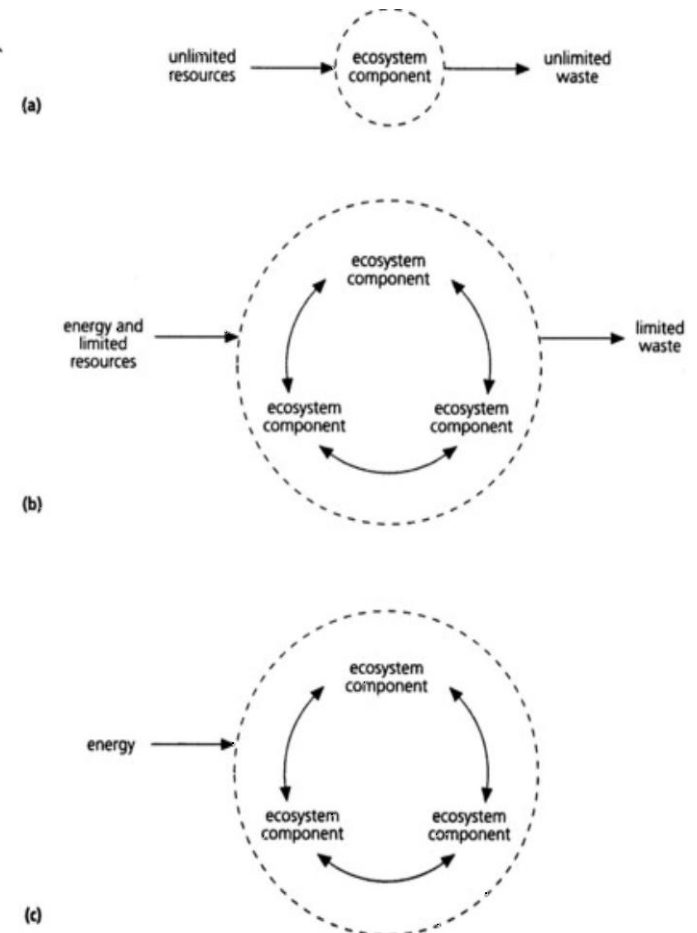


The Industrial Ecology way to sustainability

The Industrial Ecology way to sustainability is a vision of cycles, described as a transition from type I towards type III systems.

- **“Type I” systems** are characterised by a mainly linear flow of materials and energy (nutrients, biomass and embodied chemical energy) that uses up local resources and energy and creates wastes as end products.
- **“Type II” systems** show more cyclical than linear flows in material and energy exchanges, with the system relying to a considerable extent on incoming solar energy.
- **“Type III” systems** cycle all the material and completely rely on the continuous influx of solar energy.

Graedel (1994)





Aufgaben für das Selbststudium

1. Überlegen Sie, was die Industrial Ecology für viele Disziplinen in den Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften anschlussfähig und damit in gewisser Weise „disziplinübergreifend“ macht.
2. Diskutieren Sie, warum die Forschungs- und Handlungsfelder der Industrial Ecology für Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaftler besonders zukunftsfähig erscheinen.
3. Suchen Sie anschauliche Beispiele aus Ihrem Ausbildungshintergrund, wo Sie etwas vom Vorbild der Natur auf dem Weg zur Nachhaltigkeit lernen.



Zitierte Literatur (1)

Allen, D. (2001): A set of core principles and tools? *Journal of Industrial Ecology* 4(4): 1-2.

Allenby, B.R. (2005): The great game: What is industrial ecology. *ISIE news* 5(2): 3 und 6.

Amonn, A. (1927): *Objekt und Grundbegriffe der theoretischen Nationalökonomie*. Leipzig und Wien: 2. Auflage, Franz Deuticke.

Bey, C. (2001): Quo vadis industrial ecology? Realigning the discipline with its roots. *Greener Management International* 34 (summer): 35-42.

Bey, C.; Isenmann, R. (2005): Human Systems in Terms of Natural Systems? Employing non-equilibrium Thermodynamics for Evaluating Industrial Ecology's Ecosystem Metaphor. *International Journal of Sustainable Development* 8(3): 189-206.

Boons, F.; Roome, N. (2001): Industrial ecology as a cultural phenomenon. *Journal of Industrial Ecology* 4(2): 49-54.

Bourg, D. (2003): Introduction. Perspectives on industrial ecology. *Perspectives on industrial ecology*. D. Bourg; S. Erkman (Hrsg.). Sheffield: Greenleaf, 13-18.

Cohen, M.; Howard, J. (2006): Success and its Price. The Institutionalization and Political Relevance of Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology* 10(1/2): 79-88.

Ehrenfeld, J. (2001): Industrial Ecology Begets a Society. *Journal of Industrial Ecology* 4(3): 1-2.

Graedel, T. (1994): Industrial Ecology: Definition and Implementation. *Industrial Ecology and Global Change*. R. Socolow et al. (Hrsg.). Cambridge: Cambridge University Press, 23-26.

Haila, Y.; Levins, R. (1992): *Humanity and Nature. Ecology, Science and Society*. London (UK): Pluto Press.

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.



Zitierte Literatur (2)

Harte, J. (2000): Roundtable Discussion on "Industrial Ecology 2000: Maximizing Shareholder Value, Lessons from the Natural World". Business as a Living System: The Value of Industrial Ecology. Transcript of the Roundtable Discussion. Conference held at the Haas School of Business, 5-8 October 2000. *California Management Review* 43(3): 16-25.

Isenmann, R. (2003): *Natur als Vorbild. Plädoyer für ein differenziertes und erweitertes Verständnis der Natur in der Ökonomie*. Marburg: Metropolis.

Isenmann, R.; Bey, C.; Keitsch, M. (2008): Beyond a sack of resources. Nature as a model – core feature of Industrial Ecology. *Changing Stocks, Flows and Behaviors in Industrial Ecosystems*. M. Ruth; B. Davidsdottir (Hrsg.). Cheltenham, Northampton: Edward Elgar, 157-181.

Journal of Industrial Ecology (JIE) (2005), What is industrial ecology? Online:
<<http://mitpress.mit.edu/journals/JIEC/jie-call.html#whatis>>, access 2005-05-27

Kant I (1787/2000): *Kritik der reinen Vernunft (1 und 2)*. Werkausgabe in 12 Bänden. Band III und Band IV. Weischedel W (Hrsg.). Frankfurt am Main : 14. Auflage, Suhrkamp [zuerst erschienen 1787].

Korhonen, J. (2004): Theory of industrial ecology. *Progress in Industrial Ecology* 1(1/2/3): 61–88.

Krüger L (1987): Einheit der Welt – Vielheit der Wissenschaften. *Interdisziplinarität: Praxis – Herausforderung – Ideologie*. Kocka J (Hrsg.). Frankfurt am Main: Suhrkamp, 106-125.

Kuhn, T.S. (2006): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Lifset, R. (1998), Setting the boundaries? *Journal of Industrial Ecology* 2(2): 1-2.

Lifset, R.; Graedel, T. (2002): Industrial Ecology: Goals and Definitions. *A Handbook of Industrial Ecology*. R.U. Ayres, L.W. Ayres (Hrsg.). Cheltenham, Northampton: Edward Elgar, 3-15.

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.



Zitierte Literatur (3)

Löw, R. (1990): Das philosophische Problem der Natur „an sich“. Anmerkungen zu einem aktuellen naturphilosophischen Problem. *Philosophisches Jahrbuch*, hrsg. von der Görres-Gesellschaft zur Pflege der Wissenschaft. Freiburg im Breisgau, München: Alber, S. 53-68.

Moxter, A. (1957): *Methodologische Grundfragen der Betriebswirtschaftslehre*. Köln und Opladen: 1. Aufl. Westdeutscher Verlag.

O'Rourke, D.; Connelly, L.; Koshland C. (1996): Industrial Ecology. A Critical Review. *International Journal of Environment and Pollution* 6(2/3): 89-112.

Paech, I.; Pfriem, R. (2004): *Konzepte der Nachhaltigkeit von Unternehmen. Theoretische Anforderungen und empirische Trends*. Endbericht der Basisstudie 1 des BMBF geförderten Vorhabens „Sustainable Markets emerge“ (SUMMER). Universität Oldenburg.

Posch, A.; Perl, E. (2007): Regionale Verwertungsnetze und industrielle Symbiosen. *Industrial Ecology*. Mit Ökologie nachhaltig wirtschaften. Isenmann, R.; Hauff, M. von. München: Elsevier, 265-277.

Rickert, H. (1986). *Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft*. Stuttgart: Reclam [Erstveröffentlichung Tübingen 1926].

Spiegelman, J. (2003): Beyond the food web: Connections to a deeper industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology* 7 (1): 17-23.

Vincent, J. (2000). Reviews on Janine M. Benyus' *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow: New York 1997, and Steven Vogel's *Cat's Paws and Catapults: Mechanical Worlds of Nature and People*. Norton: New York 1998. *Journal of Industrial Ecology* 4(1): 138-139.

Wöhe, G. (1959): *Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre*. Meisenheim am Glan: Hain.

Zwierlein, E. (1994): The Paradigm of Self-Organization and its Philosophical Foundations. *On Self-Organization. An Interdisciplinary Search for a Unifying Principle*. R.K. Mishra et al. (Hrsg.): Berlin et al.: Springer, 288-298.

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.



Einführende Literatur (1)

Einführung und Grundlagen der Industrial Ecology

Hauff, M. von; Isenmann, R.; Müller-Christ, G. (Hrsg.) (2012): *Industrial Ecology Management. Nachhaltige Zukunftsstrategien für Unternehmensverbände*. Wiesbaden: Springer-Gabler.

Isenmann, R.; Hauff, M. von (Hrsg.) (2007): *Industrial Ecology. Mit Ökologie nachhaltig wirtschaften*. München: Elsevier.

Gleich, A. von; Gößling-Reisemann, S. (Hrsg.) (2008): *Industrial Ecology – Nachhaltige industrielle Systeme gestalten*. Stuttgart: Teubner.

Ayres, R.U.; Ayres, L.W. (Hrsg.) (2002): *A handbook of industrial ecology*. Cheltenham, Northampton: Edward Elgar.

Bergh van den J.C.M. et al. (Hrsg.) (2005): *Economics of industrial ecology. Materials, structural change, and spatial scales*. Cambridge (Mass.): MIT Press.

Ayres, R.U.; Simonis, U.E. (Hrsg.) (1994): *Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development*. Tokyo et al.: United Nations University Press.

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.



Einführende Literatur (2)

Profil und Entwicklung der Industrial Ecology

Isenmann, R. (2008): Setting the boundaries and highlighting the scientific profile of Industrial Ecology. *Information Technologies in Environmental Engineering*. Special Issue January 1(1): 32-39. Online: <<http://www.iteejournal.com/Volume1/index.htm>>.

Isenmann, R. (2008): Industrial Ecology auf dem Weg zur Wissenschaft der Nachhaltigkeit? *Industrial Ecology – Nachhaltige industrielle Systeme gestalten*. A. von Gleich, S. Gößling-Reisemann (Hrsg.). Stuttgart: Teubner, 304-315.

Isenmann, R. (2003): Further efforts to clarify Industrial Ecology's hidden philosophy of nature. *Journal of Industrial Ecology* 6(3/4): 27-48.

Isenmann, R. (2003): *Natur als Vorbild. Plädoyer für ein differenziertes und erweitertes Verständnis der Natur in der Ökonomie*. Marburg: Metropolis.

Bringezu, S. (2004): Industrial Ecology – das kommende Aufgabenfeld für Umweltwissenschaftler. *Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie* 4: 9-11.

Kreibich, R.; Simonis, U.E. (Hrsg.) (2000): *Global Change – Globaler Wandel. Ursachenkomplexe und Lösungsansätze*. Berlin: Berlin Verlag.

Graedel, T. (2000): The evolution of industrial ecology. *Environmental Science & Technology* 34(1): 28A-31A.

Frosch, R.; Gallopoulos, N. (1989): Strategies for manufacturing. *Scientific American* 261(September special issue): 94-102.

Rosen, C.M. (1997): Industrial ecology and the greening of business history. *Business and Economic History* 26(1), 123-137.

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.



Weiterführende Quellen (1)

Managementperspektiven

Hauff, M. von; Isenmann, R.; Müller-Christ, G. (Hrsg.) (2012): *Industrial Ecology Management. Nachhaltige Zukunftsstrategien für Unternehmensverbände*. Wiesbaden: Springer-Gabler.

Isenmann, R. (2011): Natur als Vorbild – von der Idee zum Managementkonzept. *Wirtschaft – Gesellschaft – Natur. Ansätze zu einem zukunftsfähigen Wirtschaften*. Pinter, D.; Schubert, U. (Hrsg.). Marburg: Metropolis, 187-219.

Zwierlein, E.; Isenmann, R. (1995): *Ökologischer Strukturwandel und Kreislaufökonomie. Wege zu einer umweltorientierten Materialwirtschaft*. Idstein: Schulz-Kirchner.

Müller-Christ, G.; Liebscher, K. (2011): *Nachhaltigkeit im Industrie- und Gewerbegebiet. Ideen zur Begleitung von Unternehmen in eine Ressourcengemeinschaft*. München: oekom.

Boons, F.; Howard-Greenville, J. (Hrsg.) (2009): *The social embeddedness of industrial ecology*. Cheltenham, Northampton: Edward Elgar.

Müller-Christ, G.; Isenmann, R. (2009): Gewerbegebiete als Keimzellen der Nachhaltigkeit? *Forum nachhaltig Wirtschaften (FNW)*. Das Entscheider-Magazin, Heft 1, 36-39.

Posch, A. (2006): *Zwischenbetriebliche Rückstandsverwertung. Kooperationen für eine nachhaltige Entwicklung am Beispiel industrieller Verwertungsnetze*. Wiesbaden: Gabler.

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.



Weiterführende Quellen (2)

Online-Ressourcen

Journal of Industrial Ecology (JIE): [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1530-9290](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1530-9290)

Progress of Industrial Ecology (PIE): <http://www.inderscience.com/browse/index.php?journalCODE=pie>

International Society for Industrial Ecology (ISIE): <http://www.is4ie.org/>

Resource Optimization Initiative (ROI): <http://www.roionline.org/index.htm>

National Pollution Prevention Center for Higher Education: Industrial Ecology Annotated Bibliography
www.umich.edu/~nppcpub/.../INDEannobib.pdf

Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen: Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.