

IPPE TU
Graz

Wärme und Strom in zukünftigen urbanen Systemen

Hans Schnitzer
Michael Narodoslawsky
Technische Universität Graz
Institut für Prozess- und Partikeltechnik

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

1

IPPE TU
Graz

Ziele der europäischen Politik

Erforderliche GHG Reduktionen

Year	Emissions (mio t)	Reduction (mio t/a)	Change (%)
1990	5200	0	-
2012	4760	~10	-8%
2020	4160	~20	-20%
2050	1040	~100	-80%

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

2



Learning from visions

Sustainability and energy efficiency – these are the values used to measure the future viability of a city today. The reduction of greenhouse gas emissions has replaced targets like low traffic congestion and habitat density as a goal of town planning. The future will not be worth living without climate protection.



 IPPE 

Was sind Visionen

- ... eine Fantasie, ein Traum, ...
- ... sie wird nie erreicht werden, aber sie erlaubt den Weg zu einer Lösung aufzuzeigen

Hans Schnitzer / Michael Narodslawsky Highlights der Energieforschung

4

IPPE TU
Graz



Die Vision von Rifkin



“The creation of a renewable energy regime, loaded by buildings, partially stored in the form of hydrogen, distributed via smart intergrids, and connected to plug-in, zero-emission transport, opens the door to a Third Industrial Revolution”

The third industrial revolution

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky
Highlights der Energieforschung

5

IPPE TU
Graz

Die Vision des Smart-City Projektes in Graz

- Im Jahr 2050 befindet sich die Stadt Graz nachhaltig im energetischen Gleichgewicht mit sich und der Umwelt. Die benötigte Gesamt-Energie (inkl. Mobilität, Gewerbe und Produktion, ..) wird zu 100 % regional und aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt.
- Die Menschen kennen den Wert der Energie und handeln entsprechend bewusst und in höchstem Maße selbstbestimmt. Überschuss-Energie aus der Eigenerzeugung wird dem Gemeinwohl zur Verfügung.
- Öffentliche Energiedienstleister stellen kostengünstig effiziente Infrastruktur zum Energieausgleich und zur Speicherung bereit.

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky
Highlights der Energieforschung

6

IPPE 

Szenarien Weiz-Gleisdorf

- **Region floriert**
- **Das Energiethema als Motor der Entwicklung**
- **Fokus Energie**
- **Die Energieregion als Identitätsstifter**
- **Eine Region adaptiert sich auf den Klimawandel**
- **Vergebliche Mühe**



Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

7

IPPE 

Energiedienstleistungen, die abzudecken sind:

- Elektrische Energie direkt
- Elektrische Energie ab- und zuschaltbar
- Hochtemperaturwärme (>120°C)
- Mitteltemperaturwärme (> 60°C)
- Niedertemperaturwärme (>22°C)
- Klima, Kühlung (<22°C)
- Kälte (< 0°C)

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

8

IPPE TU
Graz

Coopetition der Energiequellen

- Feste und flüssige Brennstoffe
- Elektrische Energie
- Fernwärme (Vorlauf, Rücklauf)
- (Bio)Gas
- Solare Strahlung
- Erd- und Umgebungswärme
- Abwärme aus Industrie und Kraftwerken
- Müll, Abwasser

Hans Schnitzer / Michael Narodoslowsky Highlights der Energieforschung

9

IPPE TU
Graz

Coopetition der Netze

- Optimierung von Einzeltechnologien nicht erfolgsbestimmend
- Optimierung einzelner Netze nicht mehr möglich

HT-FERN WÄRME

STROM 230 V AC

STROM 24/48 V DC

FINANZIERUNG-NETZE

SOZIALE NETZE

(Bio)-GAS

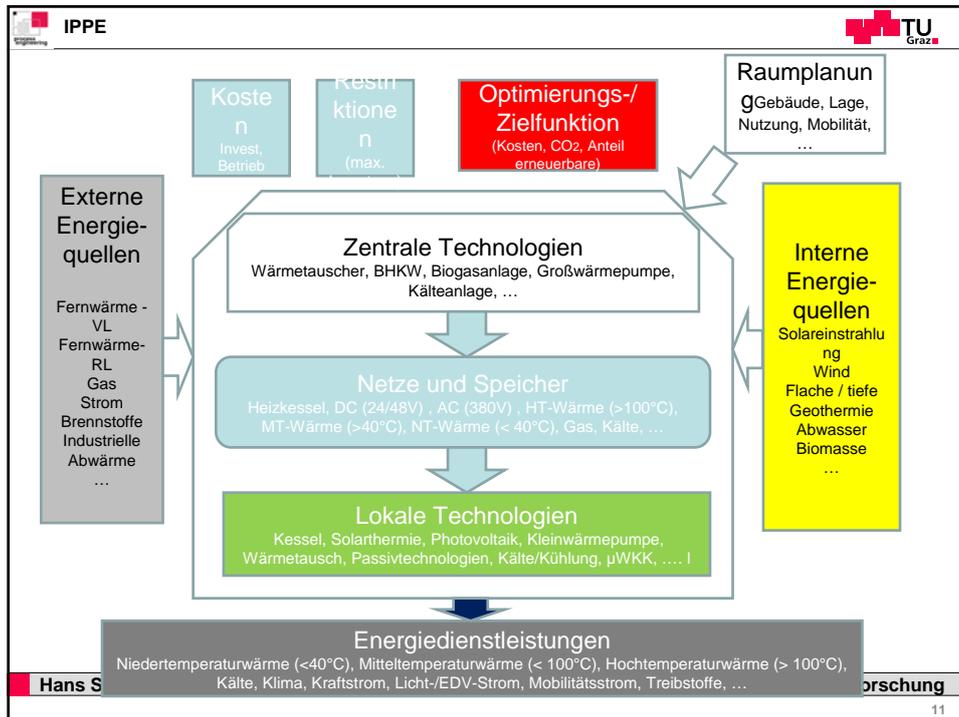
NT-FERN WÄRME

KÄLTE

Kalte FERN-WÄRME

Hans Schnitzer / Michael Narodoslowsky Highlights der Energieforschung

10



IPPE TU
Graz

Für eine lebenswerte Stadt, muss das Energiesystem ...

- ... versorgungssicher
- ... emissionsarm (Staub, Lärm, Abgase, ...)
- ... leistbar

sein.

Eine Umstellung auf erneuerbare und/oder regional verfügbare Energiequellen deckt für sich kein Bedürfnis

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

12

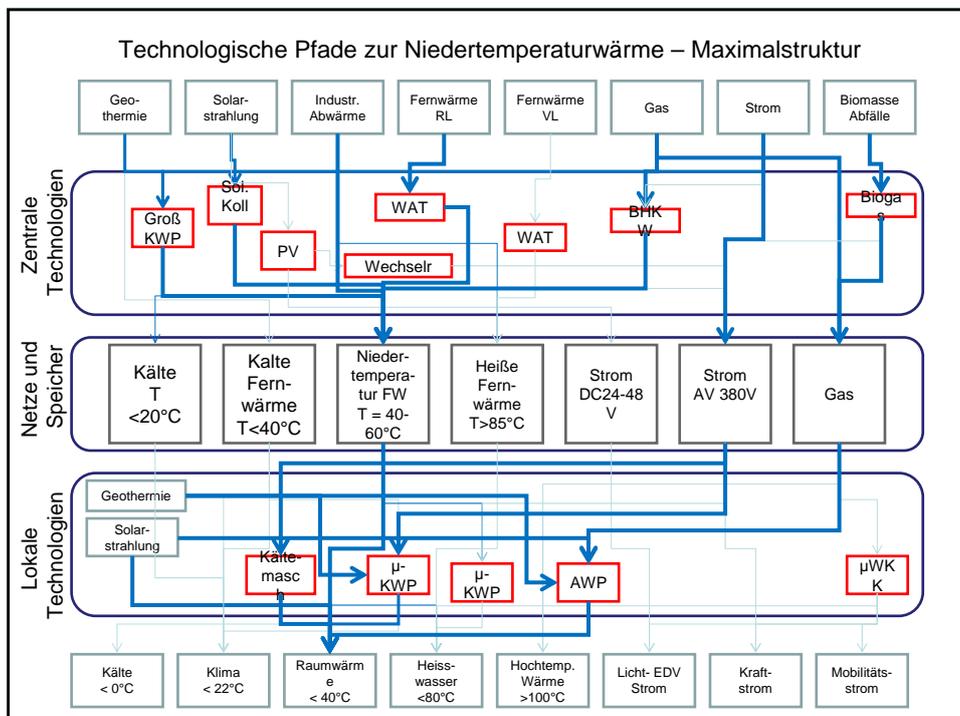
IPPE TU
Graz

Herausforderungen

- Keine Baseload mehr in den Netzen
- Lastausgleich
 - Sekundenschnell für Frequenzhaltung (Verbraucher zu- und abschalten)
 - Viertelstunde (Energieanlagen in Betrieb nehmen, z.B. Wasserkraft, Gasmotoren, ...)
 - Tagesgang (planbar, auch mit Erneuerbaren)
 - Jahresgang (planbar)
- Netzübergreifende Coopetition

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

13



IPPE TU
Graz

Ablauf Prozessoptimierung mittels Prozess-Netzwerk-Synthese

Quelle: Narodoslowsky

Hans Schnitzer / Michael Narodoslowsky Highlights der Energieforschung

15

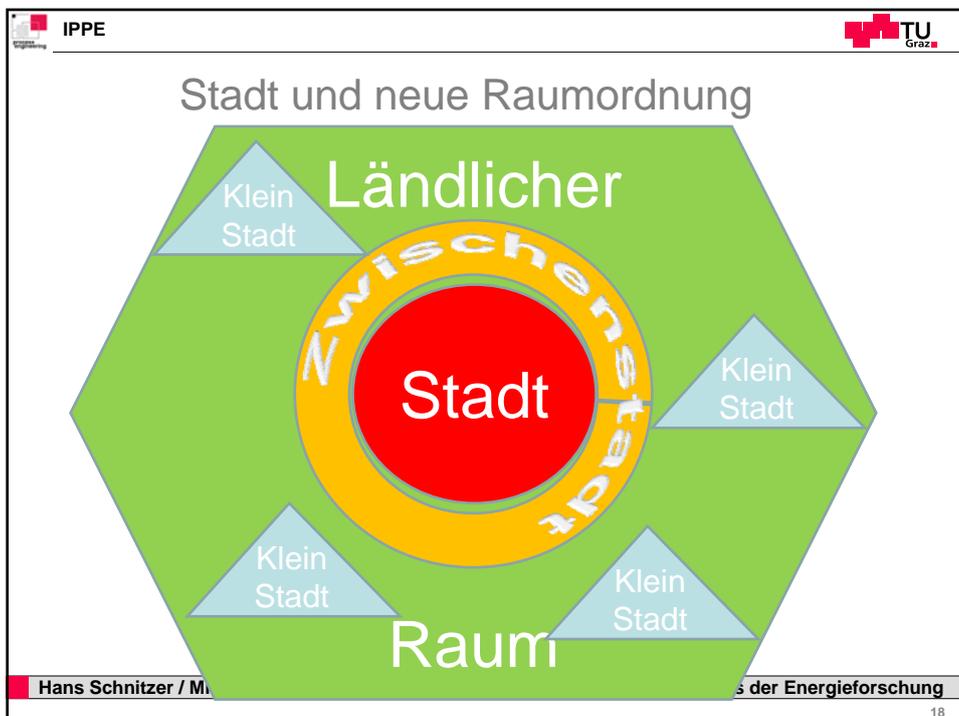
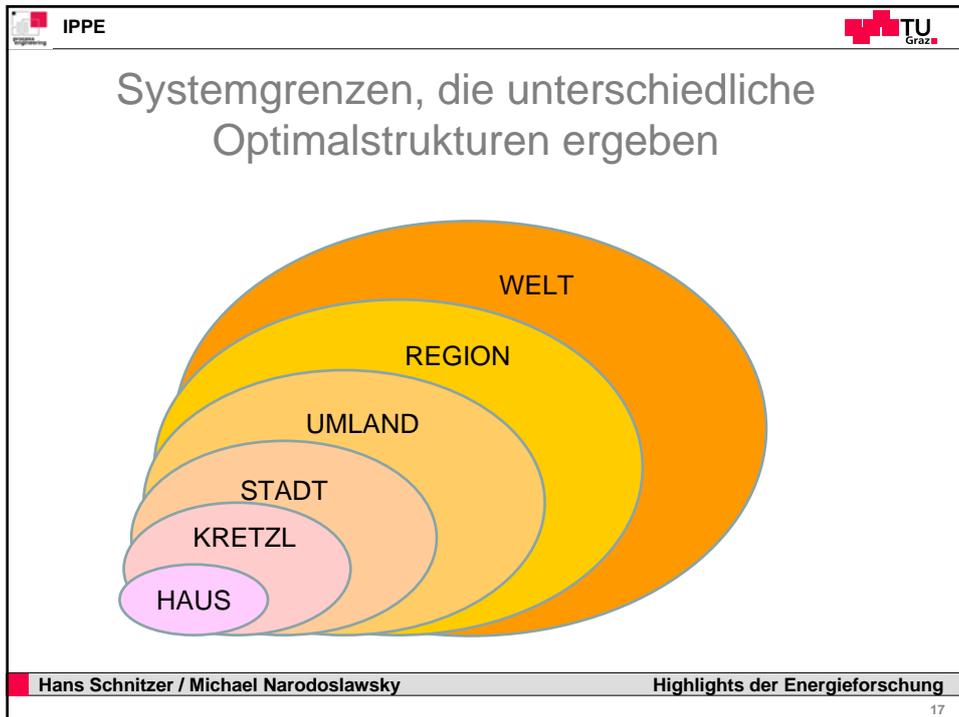
IPPE TU
Graz

Ziele der Systemoptimierung

- Zielfunktionen
 - Größe die maximiert oder minimiert werden soll, i.A. Kosten
- Restriktionen
 - Grenzen, die nicht überschritten werden dürfen (Emissionen, Kosten, ...)
- Bewertungen
 - Finanziell
 - Nachhaltigkeit
 - Regionalität

Hans Schnitzer / Michael Narodoslowsky Highlights der Energieforschung

16



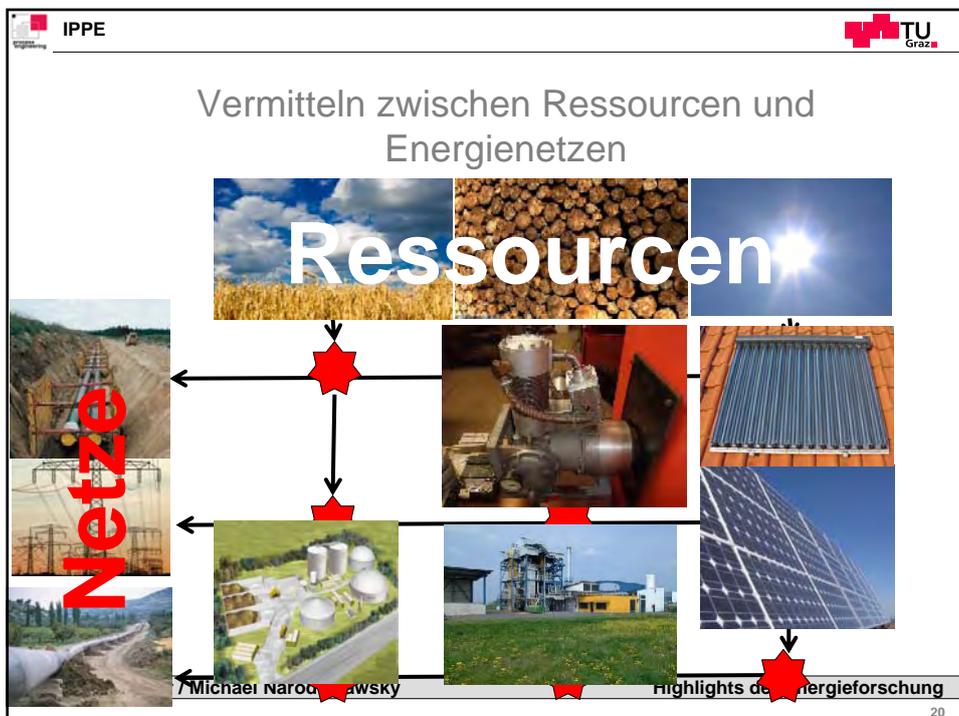
IPPE TU
Graz

Vernetzte Funktionen, vernetzte Verantwortung

Produkt	Abnehmer	Bereitsteller
Frische Produkte	Stadt	Zwischenstadt
	Zwischenstadt	Zwischenstadt
	Kleinstadt	Land
	Land	Land
Commodities	alle	Kleinstadt
Ressourcen für commodities	Kleinstadt	Land
Komplexe Fertigprodukte	alle	Stadt

Hans Schmitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

19



IPPE TU
Graz

Das heißt

Regionen verbinden
smarte Netze
in der Bereitstellung

Bürger verbinden
Netze als
Endkunden

Hans Schnitzer / Michae

21

IPPE TU
Graz

Vernetzung mit sozialen Anliegen

- Prosumer
 - Technisch: radikale Zunahme der Erzeuger, besonders im Stromnetz
 - Finanziell: radikale Zunahme der Eigentümer von Energieanlagen (Haushalte, Firmen, Bürgerbeteiligungsanlagen, ...)
- Partizipationsnotwendigkeiten
 - Bei Planung
 - Bei Betrieb
 - Bei Finanzierung

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

22

IPPE 

Folgerungen

- Punktuelle Optimierungen (Technologien, einzelne Netze, ...) führen nicht zum Gesamtoptimum
- Das Systemoptimum ist eine Funktion der Randbedingungen
- CO₂-neutralität gibt es nur unter Vernachlässigung der „grauen“ Energie für Materialien und von außen konsumierte Dienstleistungen
- CO₂-neutralität funktioniert nur bei einer richtigen Definition der Systemgrenzen

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

23

IPPE 

Von Smart Cities zu Smart Future

Technologieentwicklung ist wichtig, ändert aber das System nicht

Wir brauchen

- neue Ansätze der „Netzwerks-Ökonomie“
- neue Geschäftsmodelle
- „Transition Management“ in Firmen, Städten, am flachen Land
- neue gesellschaftliche/politische Modelle für eine smarte Gesellschaft auf Basis erneuerbarer Ressourcen

Hans Schnitzer / Michael Narodoslawsky Highlights der Energieforschung

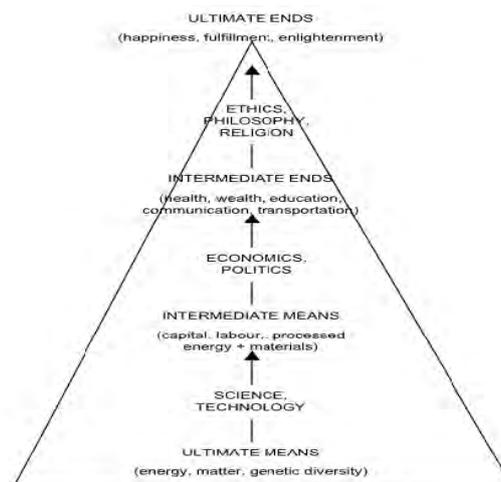
24

Wo fehlt's?

- Wir haben eine Vision
- Wir haben Zielvorgaben

??? Aber wo ist das systemische Transition-Management

Energiesysteme machen nicht glücklich



Source: Meadows (1998)