

# Frequenzregulierung zwischen Markt und Allmende

Kei Ishii  
WI + GE – Winter 2006/07  
12. Januar 2007

# Semesteraufgabe

## Wikibook WI+GE



# Wikibook WI+GE

## Zeitplan

|              |                                                              |
|--------------|--------------------------------------------------------------|
| Fr 12.1.2007 | Vorlesung                                                    |
| Mo 22.1.2007 | Vorläufige Bewertung der Gruppentexte<br>(Inhalte um 18 Uhr) |
| Fr 26.1.2007 | Vorlesung                                                    |
| Mo. 5.2.2007 | Endgültige Bewertung der Gruppentexte<br>(Inhalte um 18 Uhr) |
| ??           | Einspielen der Texte in Wikibooks                            |
| Fr 9.2.2007  | mündliche Rücksprache, Notenvergabe                          |

Dies ist die (am 12.1.2007) aktuelle Version der Tabelle, einschließlich des Termins für die endgültige Textversion (Mo, 5.2.2007).

# Wikibook WI+GE

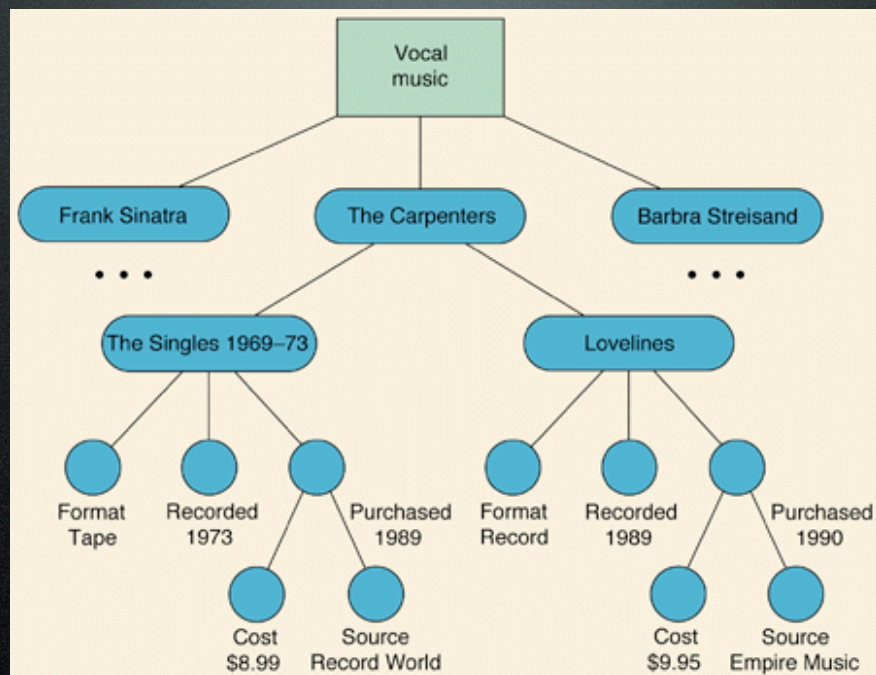
## Meine Punkte

- Text spiegelt (hierarchische) Gliederung
- Fakten, herrschende Meinungen, Kontroversen
- Liste wichtiger Organisationen/Projekte am Ende?
- Referenzen (auch: Bilder)
- Termine für den 9. Februar 2007



# Wikibook WI+GE

## Text spiegelt (hierarchische) Gliederung



<[http://www.wiley.com/college/busin/icmis/oakman/outline/chap08/images/f8\\_11.gif](http://www.wiley.com/college/busin/icmis/oakman/outline/chap08/images/f8_11.gif)>

# Wikibook WI+GE

## «Argumentenrutsche»



«argument slide» aus [http://www.visual-literacy.org/periodic\\_table/periodic\\_table.html](http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html)

facts = Fakten

premises = Prämissen, Annahmen. Sollten auf Fakten und Werten basieren.

claim = These, zu zeigende Behauptung

consequences = die aus

Für Wikibooks:

- Annahmen: Wichtigste Fakten, Werte (Bewertung) meiden oder explizieren
- Fakten: Explizieren
- These: Die Übersicht über die Fakten, Mehrheitsmeinungen, Kontroversen.



# Wikibook WI+GE

## Liste wichtiger Organisationen/Projekte

- Am Ende des Textes, vor den Referenzen
- Gibt es auch in Wikipedia-Artikeln
- Muß nicht nur Online-Quelle sein
- Beispiel Spektrumspolitik (heutiges Thema):

- Bundesnetzagentur: <<http://www.bundesnetzagentur.de>> – Regulierungsbehörde in Deutschland für Funkfrequenzen
- International Telecommunication Union <[www.itu.int](http://www.itu.int)> – U.a. zuständig für Frequenzspektrumszuweisung
- SDR Forum <<http://www.sdrforum.org/>> – Zusammenschluß der Interessenträger zu Software-Defined Radio



# Wikibook WI+GE

## Referenzen in Mediawiki

- Entweder so:
  - Im Text: (Lessig 1999)
  - Unten: Lessig, L. (1999): Code and other Laws in Cyberspace. New York: Basic Books.
- Oder so:
  - Im Text:  
`<ref name="Lessig1999">Lessig, L. (1999): Code...</ref>`  
Wiederholung:  
`<ref name="Lessig1999" />`
  - Unten:  
`<references />`



# Termine

## 9. Februar 2007

- Rücksprache über Wikibook-Text, Bewertung
- Dauer maximal 15 Minuten
- Wahlverfahren Termin:
  - 3 Terminvorschläge pro Gruppe (1./2./3. Wahl)
  - Per Mail (übliche Adresse) bis **Mi 24. Jan., 23:59**
  - Wenn keine Mail -> Zuweisung
  - Bei Überschneidungen -> Losverfahren am 26.1.

### Wichtiger Termin:

Bis zum Mi. 24.1.2007, 23:59 müssen die Terminvorschläge eingegangen sein, anderenfalls weise ich der Gruppe einen zu.

Anwesenheit ist Pflicht für den Termin!



# Zeitplan

## 9. Februar 2007

| Zeit      | Gruppe |
|-----------|--------|
| 0830-0845 |        |
| 0845-0900 |        |
| 0900-0915 |        |
| 0915-0930 |        |
| 0930-0945 |        |
| 0945-1000 |        |
| 1000-1015 |        |
| 1015-1030 |        |
| 1030-1045 |        |
| 1045-1100 |        |

Zur Verfügung stehende Termine



**Fishbanks**

Tragik der  
Allmende

Aus der letzten Vorlesung

**Leitfall**

Frequenz-  
regulierung

Reform der Frequenzvergabepolitik?

**Exkurs**

Allmende  
ohne Tragik?

Hat Hardin etwas übersehen?

**Ausblick**

Frequenzen  
und «Code»

Informatiker bedienen  
sich der «Lex Informatica»

Roter Faden der heutigen Vorlesung

# Fishbanks

## Tragik der Allmende



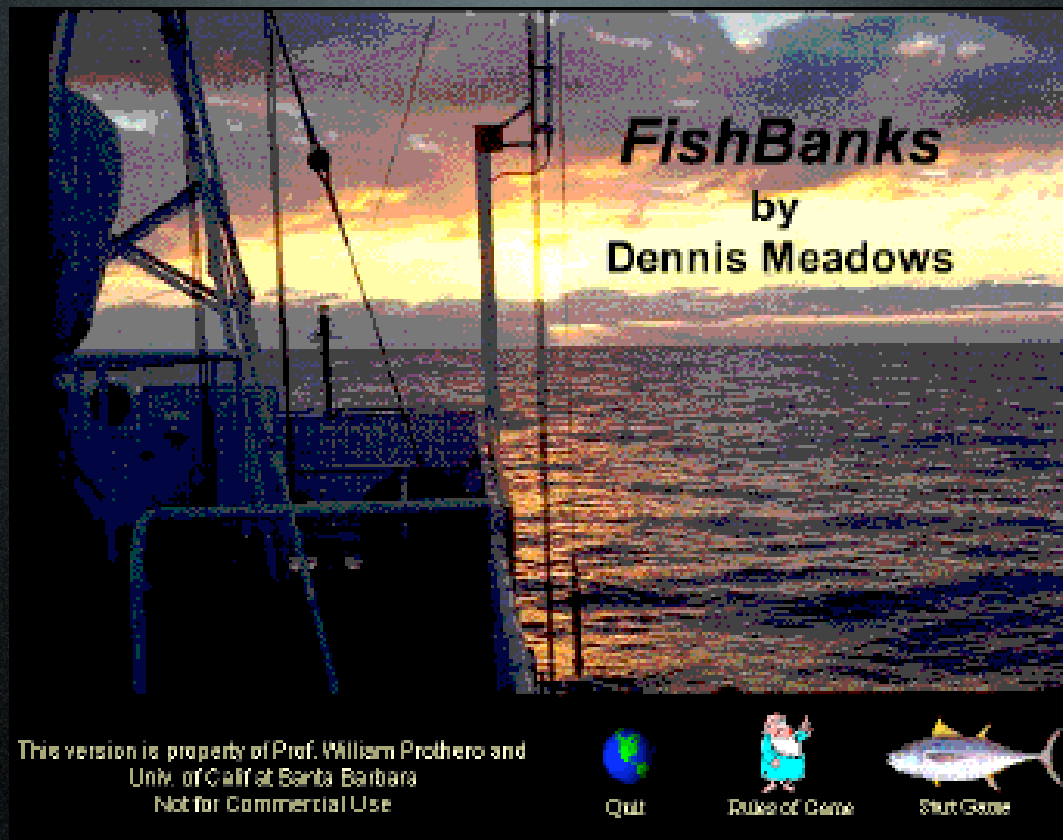
**Fishbanks**  
Tragik der  
Allmende

**Leitfall**  
Frequenz-  
regulierung

**Exkurs**  
Allmende  
ohne Tragik?

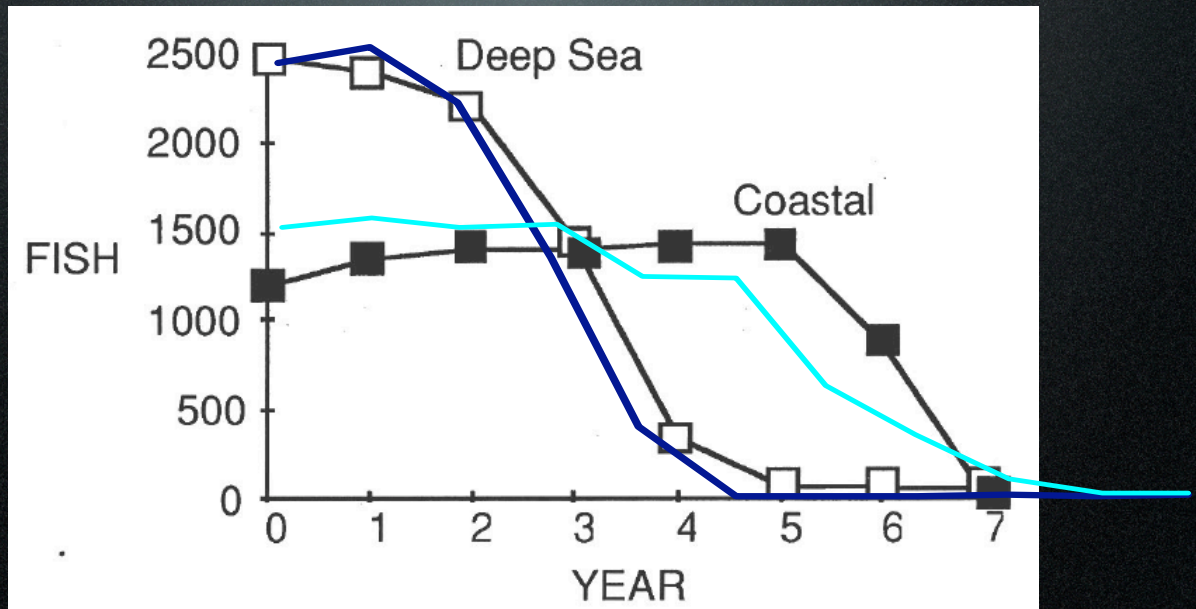
**Ausblick**  
Frequenzen  
und «Code»

Aus der letzten Vorlesung

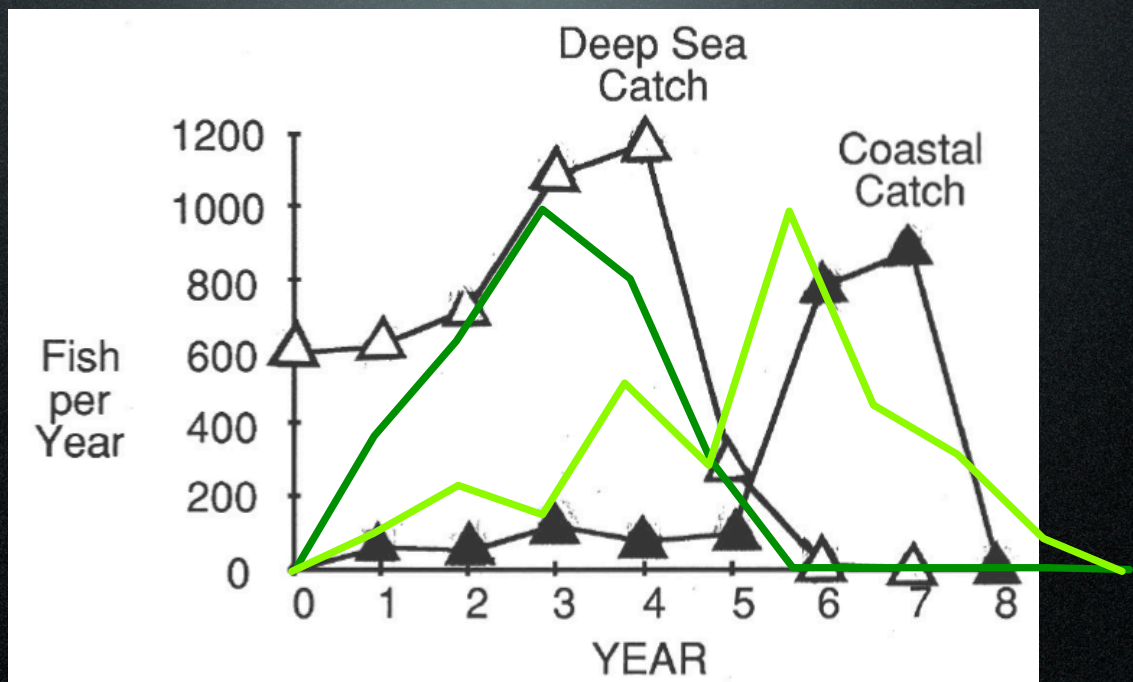




# Typische Spielentwicklung Fischbestände



# Typische Entwicklung Fangmengen



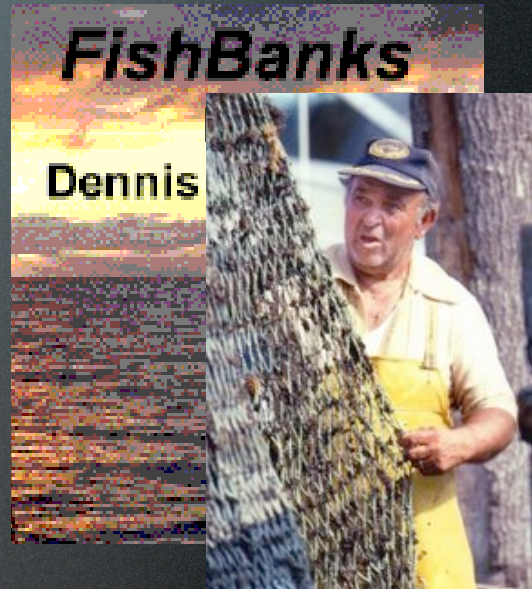
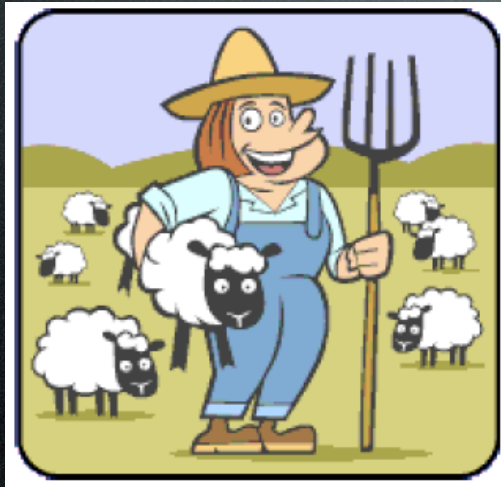


# Fischgründe als Allmendegut

|                                                        | Ausschließbar             | Nicht<br>ausschließbar     |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Konsum<br>verringert<br><b>nicht</b> Nutzen<br>anderer | natürliches<br>Monopolgut | öffentliches Gut           |
| Konsum<br>verringert<br>Nutzen anderer                 | Individualgut             | <b>Allmendegut<br/>CPR</b> |

Siehe: Wikipedia (de): "Öffentliches Gut"

# Tragik der Allmende (Garrett Hardin)



«Freedom in a common brings ruin to all»

Fisherman: <<http://content.answers.com/main/content/wp/en/thumb/b/be/180px-Fisherman.jpg>>

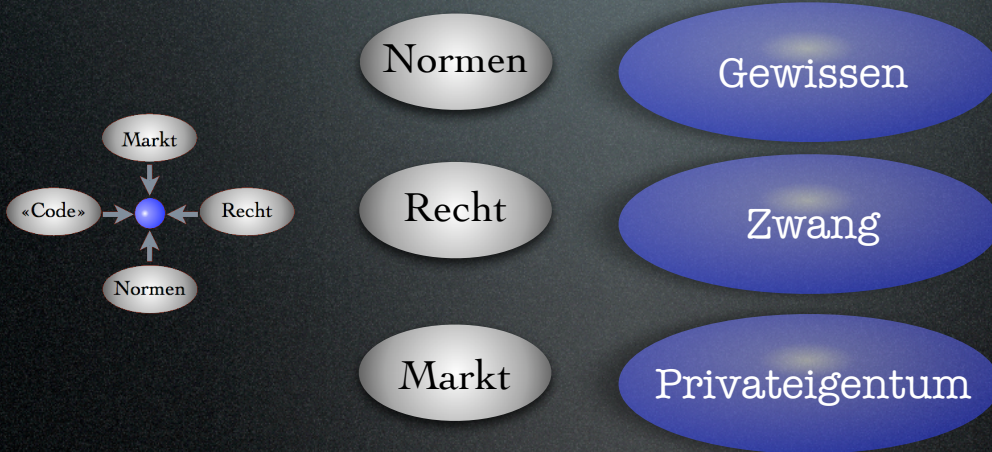
(Wiederholung der Folie aus VL05)



# Tragik der Allmende

## Lösungsansätze nach Hardin

«Freedom in a common brings ruin to all»



**Fishbanks**  
Tragik der  
Allmende

**Leitfall**  
Frequenz-  
regulierung

**Exkurs**  
Allmende  
ohne Tragik?

**Ausblick**  
Frequenzen  
und «Code»

Unregulierte Allmende bringt Ruin  
=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum



# Leitfall: Frequenzregulierung

**Fishbanks**

Tragik der  
Allmende

**Leitfall**

Frequenz-  
regulierung

**Exkurs**

Allmende  
ohne Tragik?

**Ausblick**

Frequenzen  
und «Code»

Unregulierte Allmende bringt Ruin

=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

Reform der Frequenzvergabepolitik?



**Wer will Wimax?**

- Wimax: Wireless basierend auf IEEE 802.16
- Bis zu 108 Mbit/s; bis zu 50km Reichweite
- Bereich (Deutschland): 3400 - 3600 MHz
- Ursprüngliches Frequenzvergabeverfahren...

# Wimax Frequenzvergabe (Dr. Henseler-Unger)



Bundesnetzagentur

## Frequenzvergabeverfahren BWA

- Ursprünglich hatte BNetzA ein flexibles Zuteilungsverfahren entwickelt:
  - zunächst Registrierung der beantragten Frequenznutzung
  - endgültige Frequenzzuteilung bei Vorlage einer konkreten Ausbauplanung für den Versorgungsbereich
  - im Konfliktfall sollten Marktteilnehmern zunächst Gelegenheit erhalten, selbst funkverträgliche Lösungen herbeizuführen
  - amtliche Entscheidung nur, wenn keine Auflösung des Konflikts durch Marktteilnehmer

Dr. Henseler-Unger ist Vizepräsidentin der Bundesnetzagentur. Folie aus einem Vortrag an der TU Berlin am 24.5.2006. <[http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl\\_etc/Spektrumsregulierung/Henseler-Unger2006\\_Spektrumsregulierung.pdf](http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl_etc/Spektrumsregulierung/Henseler-Unger2006_Spektrumsregulierung.pdf)>



# Wimax Frequenzvergabe (Dr. Henseler-Unger)



Bundesnetzagentur

## **BWA: Marktinteresse übertrifft Erwartungen**

- Bis 28.02.06: 1221 Anträge von 102 Antragstellern
- Zahl der Anträge übersteigt Zahl der verfügbaren Frequenzen bei weitem
- Koordination der beantragten Nutzungsmöglichkeiten hat damit keine Aussicht mehr auf Erfolg
- Einleitung eines **Vergabeverfahrens** nötig (§ 55 Abs. 9 TKG)

Dr. Henseler-Unger, Folie aus einem Vortrag an der TU Berlin am 24.5.2006. <[http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl\\_etc/Spektrumsregulierung/Henseler-Unger2006\\_Spektrumsregulierung.pdf](http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl_etc/Spektrumsregulierung/Henseler-Unger2006_Spektrumsregulierung.pdf)>

## Wer will Wimax?



- Umstellung auf Auktionsverfahren
- Übriggeblieben: 6 Bewerber
- Versteigerung am 12. Dezember 2006
- Update Januar 2007:
  - Die 6 Bewerber haben die Frequenzen für zusammen etwa 56 Millionen ersteigert
  - Keines der großen Mobilfunk-, Kabelnetz- oder Internetanbieter

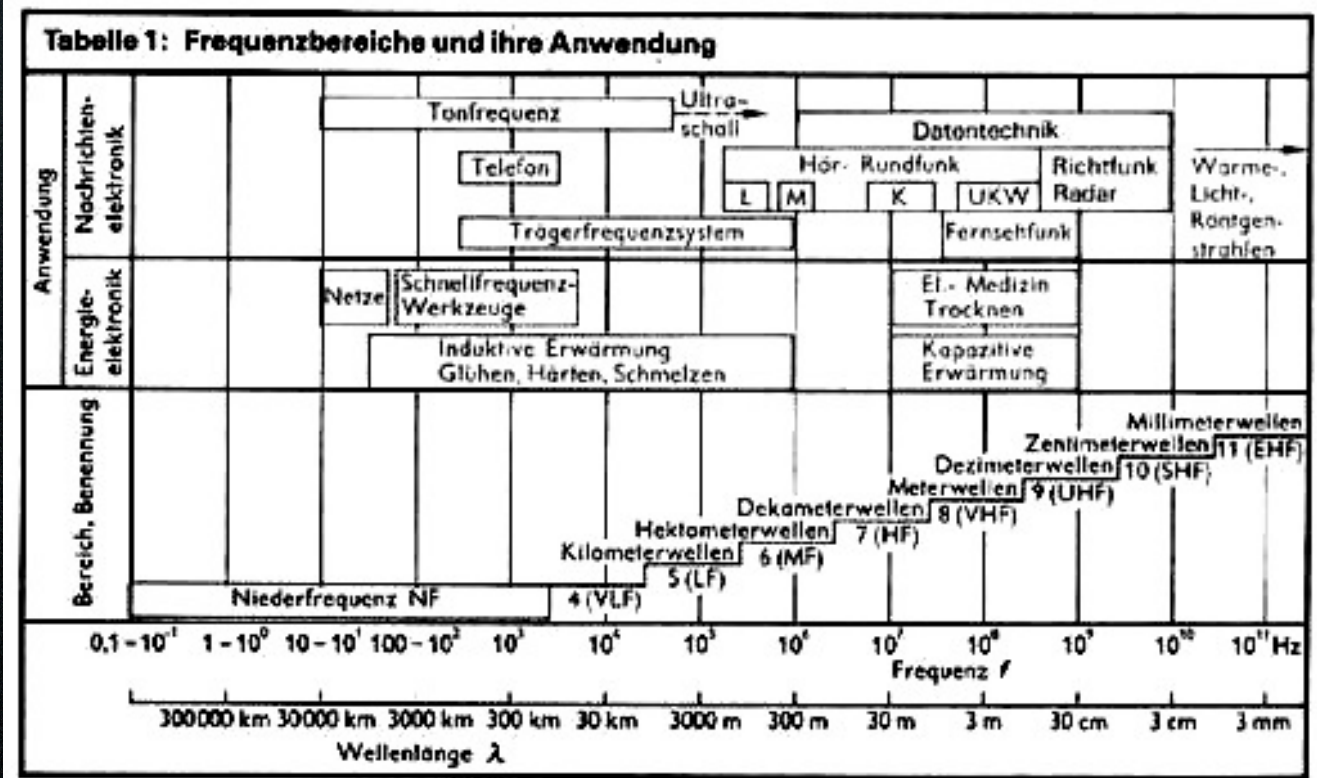
Quelle: Heise News

–"Versteigerung von Wimax-Lizenzen bringt 56 Millionen Euro [Update]" (15.12.2006, 11:31) <<http://www.heise.de/newsticker/meldung/82592>>



Leitfall:  
Frequenzregulierung

**Frequenzspektrum – Grundlagen**



<[http://www.2cool4u.ch/basics/nachrichtenuebertragung\\_grundlagen/nachrichtenuebertragung\\_grundlagen-Dateien/image002.jpg](http://www.2cool4u.ch/basics/nachrichtenuebertragung_grundlagen/nachrichtenuebertragung_grundlagen-Dateien/image002.jpg)>

Das physikalische Frequenzspektrum.



# Frequenzbänder DE, US, EU

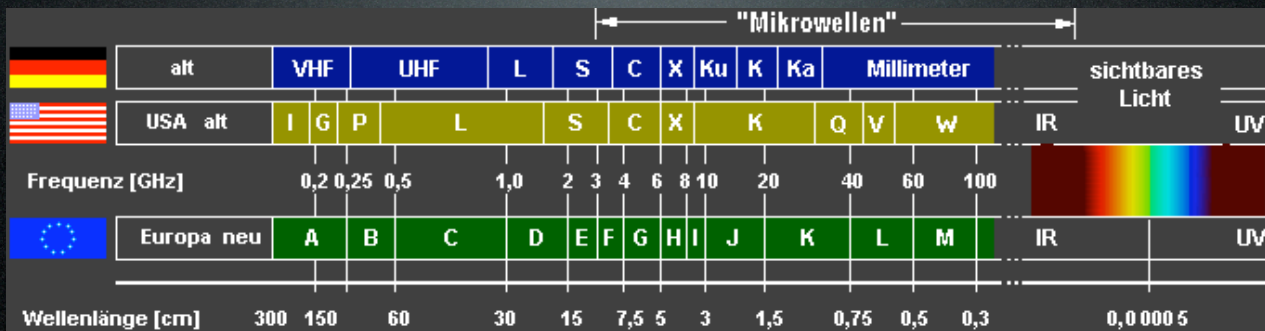


Bild: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Frequenzband.png>>

Aufteilung des physikalischen Spektrums in (regulatorische) Frequenzbänder.  
Je nach Land unterschiedlich.

Beispiele für Anwendungen:

CB-Funk: 26,565– 27,405

RC: 35,1–35,9 und 40,4–40,6 MHz

Handys:

Dualband = 880–960 + 1710–1880 MHz

Triband += 1850–1990 MHz (USA)

Quadband += 824/894 MHz

GPS: 1575 MHz

UMTS: 1885–2025 MHz und 2110–2200 MHz

WLAN:

802.11a: 5,15 – 5,725 GHz

802.11b/11g: 2,4–2,4835 GHz

(Quelle zu Dual/Tri/Quadband-Frequenzen: <<http://www.thetravelinsider.info/roadwarriorcontent/quadbandphones.htm>>)

# Frequenzspektrum als Allmendegut

|                                       | Ausschließbar             | Nicht<br>ausschließbar |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Gleichzeitig<br>konsumierbar          | natürliches<br>Monopolgut | öffentliches Gut       |
| Nicht<br>gleichzeitig<br>konsumierbar | Individualgut             | Allmendegut            |

Wikipedia (de): "Öffentliches Gut"



# Leitfall: Frequenzregulierung

## Status Quo der Regulierung

# Arten der Frequenzregulierung

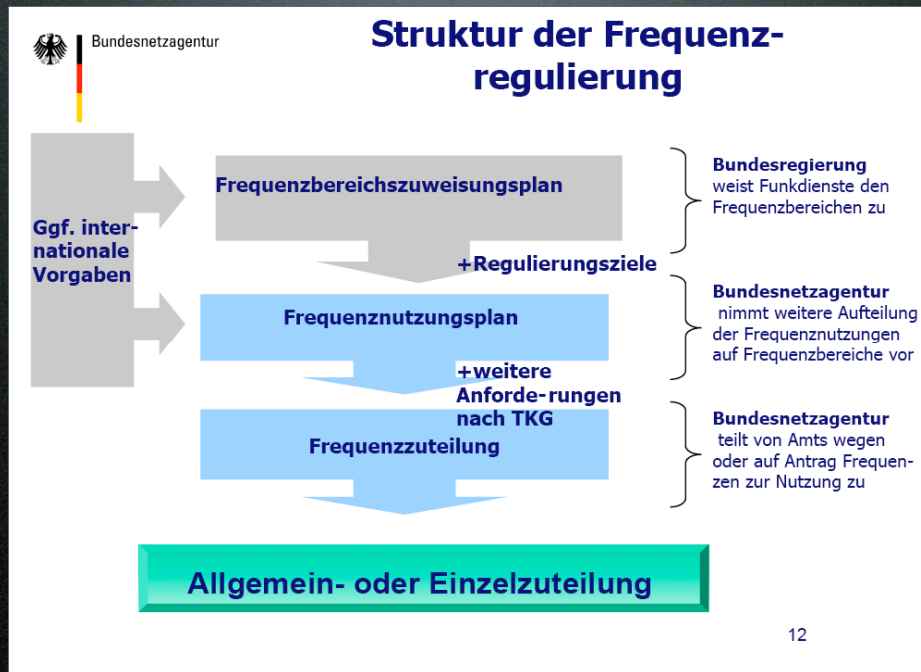
## Arten

### Status Quo USA

- Command & Control: Staatliche Regulierung **Staat/Militär**
- Exclusive License: Eigentum **6% (< 3GHz)**
- Unlicensed: Allmende **2% (CB, WiFi)**



# Frequenzspektrum Regulierung durch den Staat







**Leitfall:**  
**Frequenzregulierung**

**Frequenzregulierung – Probleme**

# Frequenzspektrum als Allmende



Bundesnetzagentur

**Begrenztheit des Frequenzspektrums  
verlangt Lösungen zur nachfrage- und  
bedarfsgerechten Bereitstellung von  
Frequenzen**

Henseler-Unger 2006, S. 9.





## Überkommenes **Denkmodell** in der Frequenzregulierung

- Ex-ante-Abgrenzen neu zu öffnender Märkte
- i.d.R. über die eingesetzte Technologie
- z.B. Unterscheidung von GSM- und UMTS-Markt im Mobilfunk, Bündelfunk
- pro Dienst / Anwendung Zuteilung wohl definierten Frequenzspektrums



## **Rasche technologische Weiterentwicklungen stellen Modell der Ex-ante-Marktabgrenzung nach Technologien in Frage**

- Einsatz einer Technologie auf unterschiedlichen Märkten für unterschiedliche Dienste
- Einsatz unterschiedlicher Technologien auf demselben Markt
- Immer größere Konvergenz innerhalb der unterschiedlichen Dienste und Märkte (Bsp. DVB-H, Laptopsteckkarten)





- Abgrenzung nach Märkten, wenn keine Unterscheidung nach Technologien oder Diensten möglich ist?
- Mutieren existierende und einmal festgelegt Märkte?
- Zulassung grundlegende Änderungen von Geschäftsmodellen im Rahmen zugeteilter Frequenzen?
- Wie fördert man Innovationen?
- Bürokratieabbau?

Henseler-Unger 2006, S. 17.

**Leitfall:**  
Frequenzregulierung

**Lösungsansätze?**



## Noch: Dr. Henseler-Unger Ansätze für Verbesserungen

- Technologieneutralität, Standardoffenheit
- Vorrang von «Allgemeinzuteilungen» (= lizenzfrei)
- Frequenzhandel
  - in festgelegten Verfahren ("nicht UMTS")
  - Nutzungsänderung (wenn BNetzA erlaubt)

Siehe Henseler–Unger 2006, S. 19.



# Frequenzspektrum Die Alternativen



## **Zuweisung durch Staat**

All agree that the current  
bureaucratic/political  
allocation of spectrum has  
been a disaster we can no  
longer afford; FCC as  
GOSPLAN

Zitat: Gerald Faulhaber, AEI-Brookings Joint Center Conference, May 13, 2004, nach Henseler-Unger 2006, S. 18.

FCC = Federal Communications Commission der U.S.A.

GOSPLAN = (Gosudarstvennyi Komitet po Planirovaniyu):  
Das ehem. sowjetische Komitee für Wirtschaftsplanung



# Frequenzspektrum Die Alternativen

~~Zwang~~

Privateigentum

## **Frequenzhandel**

Permit licenses to be owned by private (and public) parties, and bought/sold/leased. Property rights of licenses control interferences

Zitat: Gerald Faulhaber, AEI-Brookings Joint Center Conference, May 13, 2004, nach Henseler-Unger 2006, S. 18.



# Frequenzspektrum Privateigentum

~~Zwang~~

Privateigentum

## **ABER**

- UMTS-"Debakel"
  - WiMax-Auktion
- ➡ **Anti-Commons**

Texte: Gerald Faulhaber, AEI-Brookings Joint Center Conference, May 13, 2004, nach Henseler-Unger 2006, S. 18.



# Frequenzspektrum Die Alternativen

~~Zwang~~

Privateigentum

Allmende  
Commons

## Allgemeinzuteilungen

Get rid of exclusive  
licenses in favor of a  
commons plus protocols

**?? «Freedom in a common brings ruin to all» ??**

Zitat Kasten: Gerald Faulhaber, AEI-Brookings Joint Center Conference, May 13, 2004,  
nach Henseler-Unger 2006, S. 18.

Zitat unten: Hardin 1968.



**Fishbanks**  
Tragik der  
Allmende

Unregulierte Allmende bringt Ruin  
=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

**Leitfall**  
Frequenz-  
regulierung

Ergebnis 1: Eigentum statt Zwang  
Was ist mit dem «Commons»?

**Exkurs**  
Allmende  
ohne Tragik?

**Ausblick**  
Frequenzen  
und «Code»



Exkurs:  
Allmende – ohne  
Tragik?

**Fishbanks**  
Tragik der  
Allmende

Unregulierte Allmende bringt Ruin  
=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

**Leitfall**  
Frequenz-  
regulierung

**Ergebnis 1: Eigentum statt Zwang**  
Was ist mit dem «Commons»?

**Exkurs**  
Allmende  
ohne Tragik?

Hat Hardin etwas übersehen?

**Ausblick**  
Frequenzen  
und «Code»





<<http://www.edmunds.com/media/ownership/driving/commuter.carpools/carpool.sign.500.jpg>>



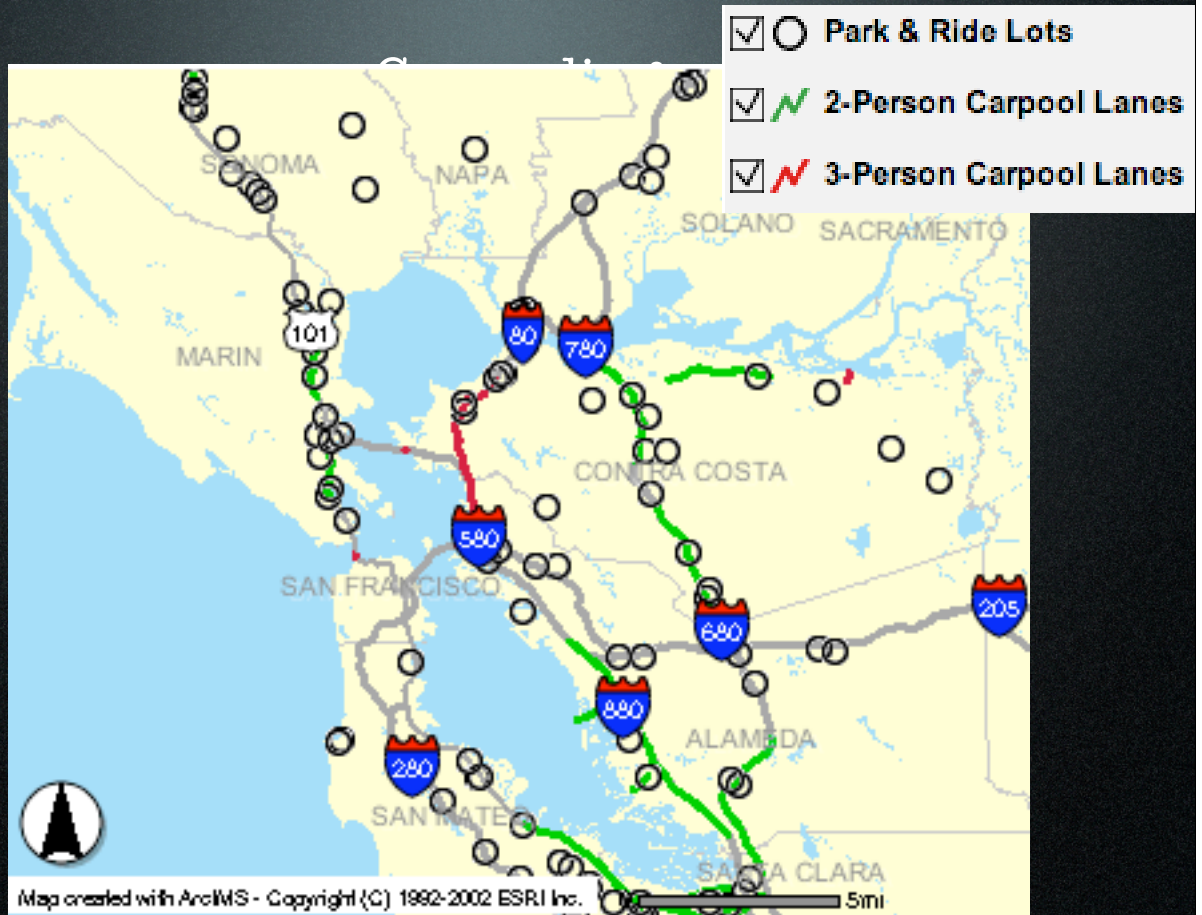
WI+GE Winter 2006/2007

Kei Ishii - 12.01.2007

50

<[http://en.wikipedia.org/wiki/Image:HOV\\_Lane.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Image:HOV_Lane.jpg)>





<<http://www.rideshare.511.org/map/>>

# Carpooling Fakten

- Zweitgrößtes Transportsystem zum Arbeitsplatz
  - Solofahrten: 75%; Carpooling: 12-17%; ÖPNV < 4%
- Kein Gebührenzwang
  - Geld idR nur für Kosten (Benzin, Maut etc.)
  - Alternative preisbasierte Mitfahrssysteme sehr selten (Car sharing, "Jitneys")
- Gewachsene Normen zu Organisation/Governance
  - Einrichtung und Zeitplanung
  - Verhalten der Teilnehmer während Carpooling

Beispiel nach: Benkler 2004



# Carpooling Charakteristiken

- Sharing-Praxis zwischen einander fremden Individuen
- Sharing von privaten Gütern
- Funktioniert trotz parallel existierender Marktmodelle
- Der Output der Sharing-Praxis ist ein rivaless Gut

- Weit verbreitete sharing-Praxis zwischen Individuen, die entweder nur schwache soziale Bindungen zueinander haben oder ganz fremd zueinander sind
- Sharing von privaten Gütern, die von den Individuen für ihren eigenen Gebrauch bestimmt sind
- Parallele Marktmodelle existieren, über die diese Überkapazitäten an Gütern abgebaut werden könnten, und manchmal auch abgebaut werden
- Der Output dieser Sharing-Praxis ist ein rivaless Gut: es könnte anderen Benutzungen zugute kommen als es beim Sharing der Fall ist, und die Nutzung für einen Zweck rivalisiert mit der Verfügbarkeit für andere Zwecke.



# Kleeblatt-Analyse

Normen

- Organisation und Governance

Recht

- nix

Markt

- nix

Code

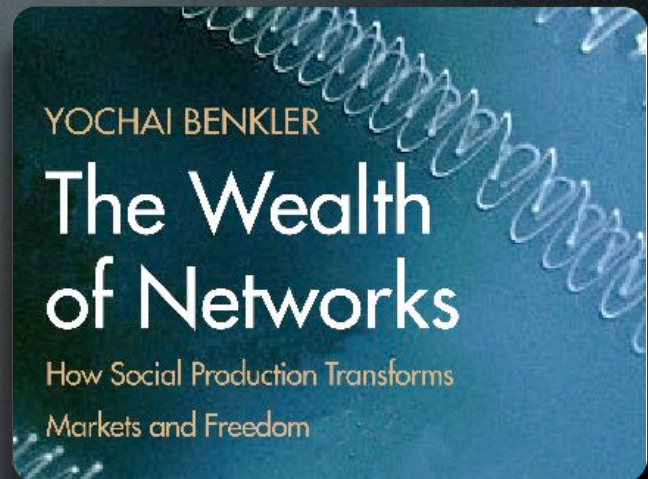
- Anlage von "Carpool"-Spuren

«Code» ermöglicht «Social Sharing»-Normen



# Carpooling «Commons at Work»

- Andere Beispiele für «Social Sharing»:
  - Open Source Software
  - Distributed Computing (Folding@Home, Seti@Home etc.)



Benkler 2006.

Auch als PDF erhältlich: <[http://www.benkler.org/Benkler\\_Wealth\\_Of\\_Networks.pdf](http://www.benkler.org/Benkler_Wealth_Of_Networks.pdf)>



# Benkler, Wealth of Networks These

«Nonmarket and radically decentralized»,  
«social production and exchange»

werden in Zukunft eine sehr viel größere  
Rolle als bisher spielen, neben den  
eigentums- und marktbasierten  
Produktionsmodalitäten

Benkler 2006, S. 3:

«these new patterns of production—nonmarket and radically decentralized—will emerge, if permitted, at the core, rather than the periphery of the most advanced economies. It promises to enable social production and exchange to play a much larger role, alongside property- and market-based production, than they ever have in modern democracies.»



### Fishbanks

Tragik der  
Allmende

Unregulierte Allmende bringt Ruin

=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

### Leitfall

Frequenz-  
regulierung

Ergebnis 1: Eigentum statt Zwang

### Exkurs

Allmende  
ohne Tragik?

«**Sharing**», «nonmarket social production»  
neben Eigentums-/Marktsystemen

### Ausblick

Frequenzen  
und «Code»



Fishbanks  
Tragik der  
Allmende

Unregulierte Allmende bringt Ruin  
=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

Leitfall  
Frequenz-  
regulierung

Ergebnis 1: Eigentum statt Zwang  
Ergebnis 2: Allmende könnte funktionieren

Exkurs  
Allmende  
ohne Tragik?

«**Sharing**», «nonmarket social production»  
neben Eigentums-/Marktsystemen

Ausblick  
Frequenzen  
und «Code»



**Ausblick:**  
Frequenzen und  
«Code»

Fishbanks  
Tragik der  
Allmende

Unregulierte Allmende bringt Ruin  
=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

Leitfall  
Frequenz-  
regulierung

Ergebnis 1: Eigentum statt Zwang  
Ergebnis 2: Allmende könnte funktionieren

Exkurs  
Allmende  
ohne Tragik?

«**Sharing**», «nonmarket social production»  
neben Eigentums-/Marktsystemen

Ausblick  
Frequenzen  
und «Code»

Informatiker bedienen  
sich der «Lex Informatica»



# Rekapitulation – Lex Informatica (Vorlesung 4 – 17.11.2006)

## The formulation of policy rules through technology

|                         | Rechtssystem                          | Lex Informatica                        |
|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Geltungsbereich         | “Politische”<br>Grenzen               | Netzwerk                               |
| Quelle                  | Legislative                           | Technologen                            |
| Primäre<br>Durchsetzung | Exekutive<br>Judikative               | Automatisiert,<br>selbstaussführend    |
| Inhalt                  | Rechtsvorschriften<br>Gerichtsurteile | Techn. Funktionen<br>Gewöhnl. Gebrauch |
| Rahmen                  | Rechtssystem                          | Architektur,<br>Standards              |
| Anpassung               | Vertrag                               | Konfiguration                          |

Nach Reidenberg 1998.

# Allmende Frequenzspektrum «Code» überwindet Tragik?

Cooperation Gain

Software Defined  
Radio



**Ausblick:**  
Frequenzen und  
«Code»

**Cooperation Gain**

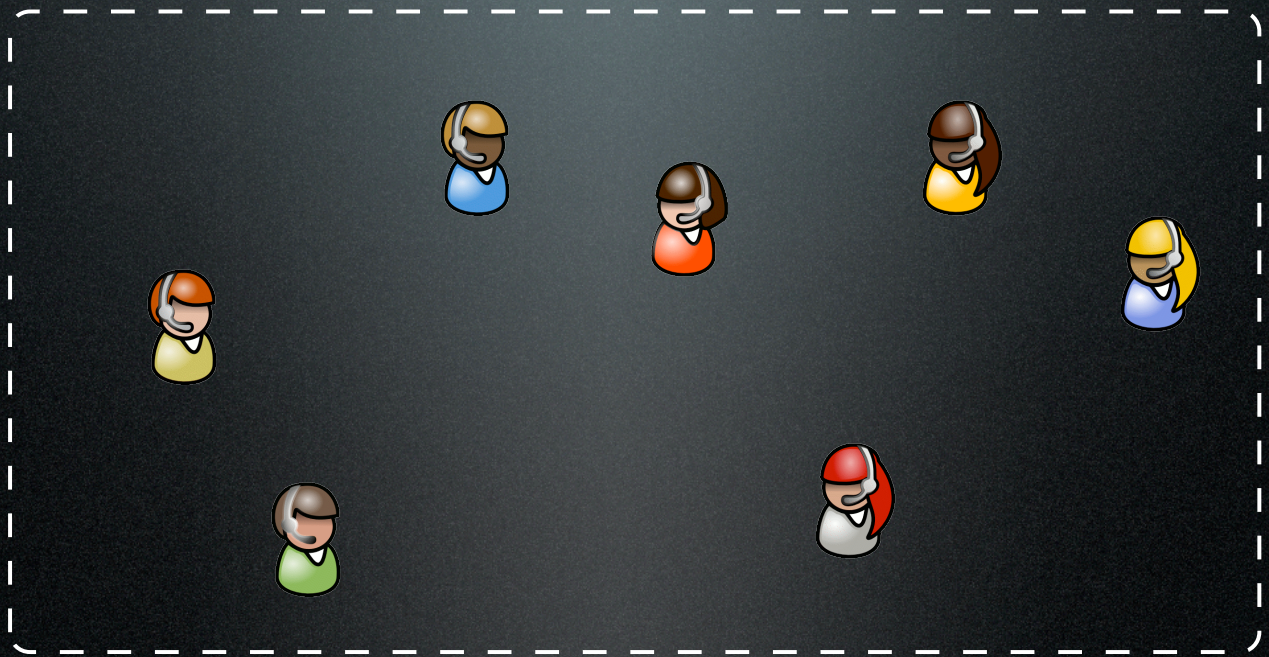
# Allmende Frequenzspektrum «Code» überwindet Tragik?

Cooperation Gain

Software Defined  
Radio



## Viele "Knoten" in einem Gebiet...



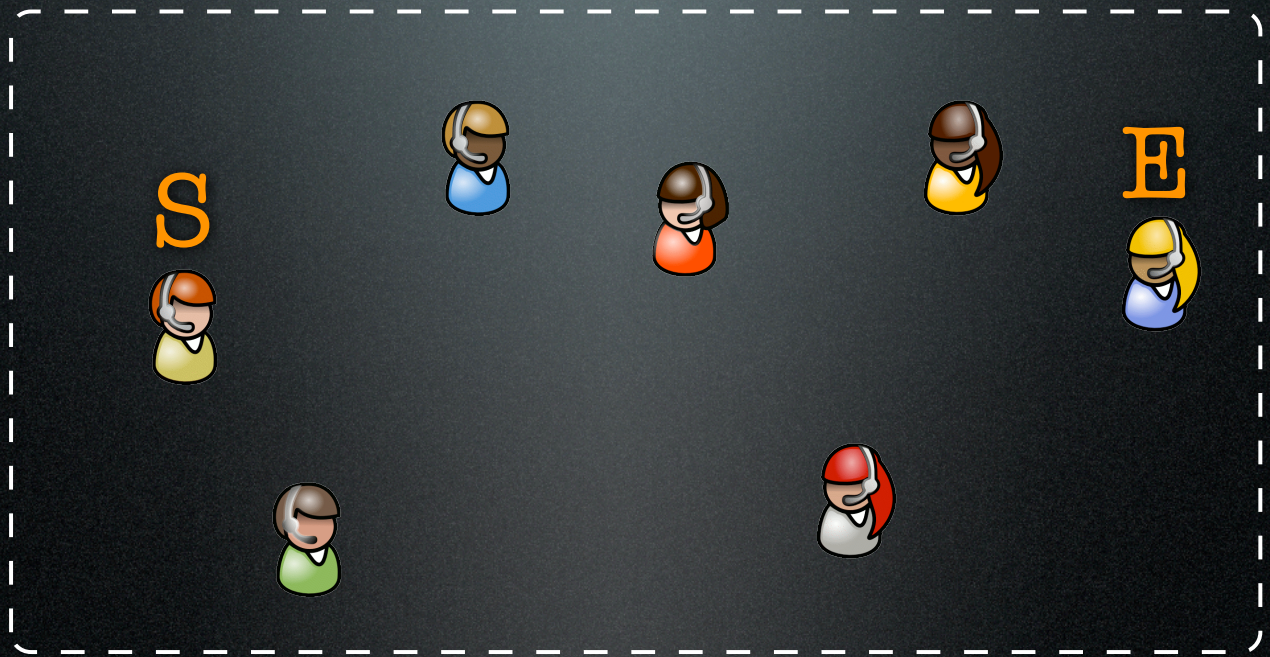
Ausgangssituation:

In einem Gebiet sind viele "Knoten" (Geräte = Sender/Empfänger).

Diese müssen nicht unbedingt "personen-benutzt" sein, können auch Nur-Geräte sein (also z.B. "Router")



...und S will E etwas mitteilen

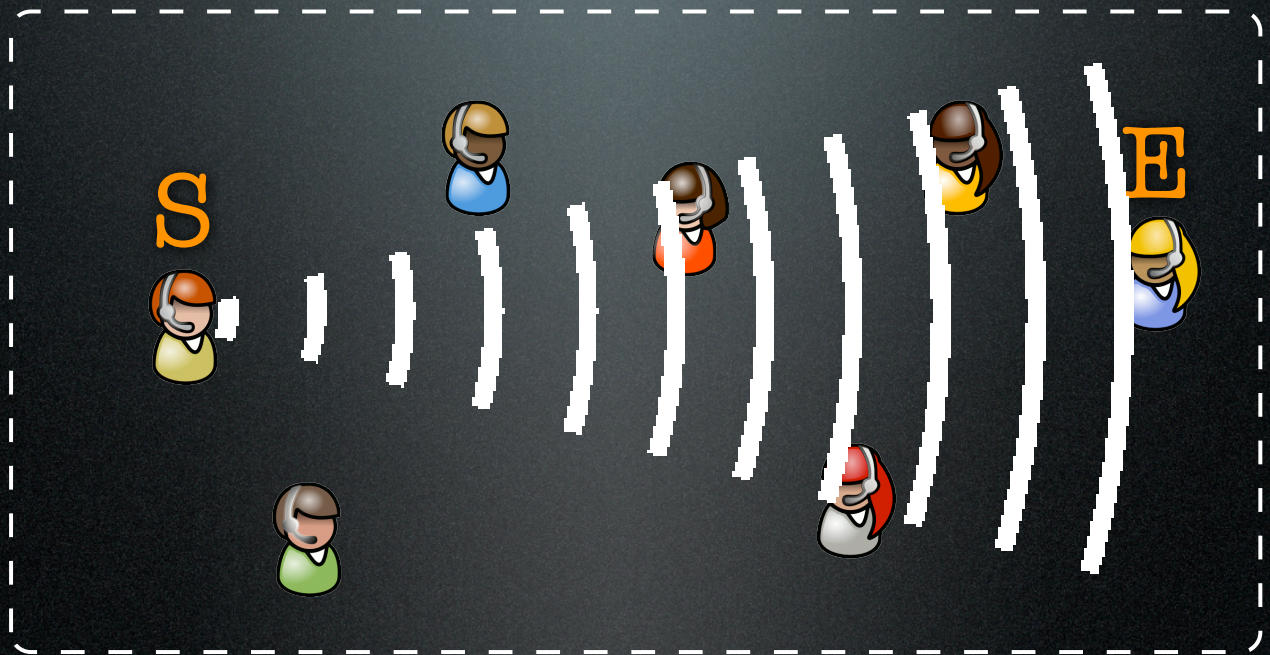


Nun will also der Knoten "S" (Sender) dem Knoten "E" (Empfänger) etwas mitteilen.

Wie geht dies?



## Erste Methode: Schreien



### Methode I:

S sendet (schreit) mit großer Energie seine Mitteilung, um E zu erreichen, die sich weit entfernt befindet.

Während der Übertragung (Schrei) können die anderen Knoten nicht kommunizieren, da der Schrei alles andere überdeckt; außerdem könnte eine parallele Kommunikation auch den Schrei bei E unverständlich machen.



## Erste Methode: Schreien

### Signalverstärkung (signal gain)

- **Vorteile:**
  - Direkte Verbindung über weite Strecke
  - Nur schmales Frequenzband notwendig
- **Nachteile:**
  - Keine anderen Übertragungen in gleicher Frequenz (Interferenz)
  - Hoher Energieaufwand durch Verstärkung des Signals beim Sender

#### Methode I:

S sendet (schreit) mit großer Energie seine Mitteilung, um E zu erreichen, die sich weit entfernt befindet.

Während der Übertragung (Schrei) können die anderen Knoten nicht kommunizieren, da der Schrei alles andere überdeckt; außerdem könnte eine parallele Kommunikation auch den Schrei bei E unverständlich machen.



## Methode: Signal Gain Shannon-Hartley-Gesetz

$$C = B * \log_2(1+S/N)$$

C: effektive Datenübertragungsrate

B: Bandbreite

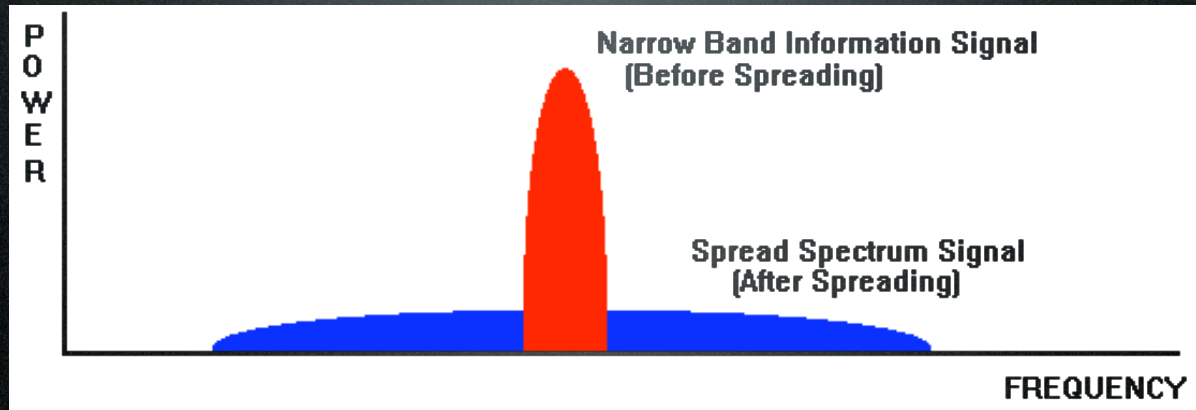
S: effektive Signalleistung

N: effektive Rauschleistung

Wikipedia(de): Shannon-Hartley-Gesetz

Um C zu erhöhen (bei gleichbleibendem B), muß S/N erhöht werden. "log" weist darauf hin, daß S exponentiell erhöht werden muß, um C linear zu erhöhen (bei gleichbleibendem N)

## Zweite Methode Frequenzspreizung (process gain)



Aus: Spread Spectrum Primer  
<http://www.sss-mag.com/primer.html>

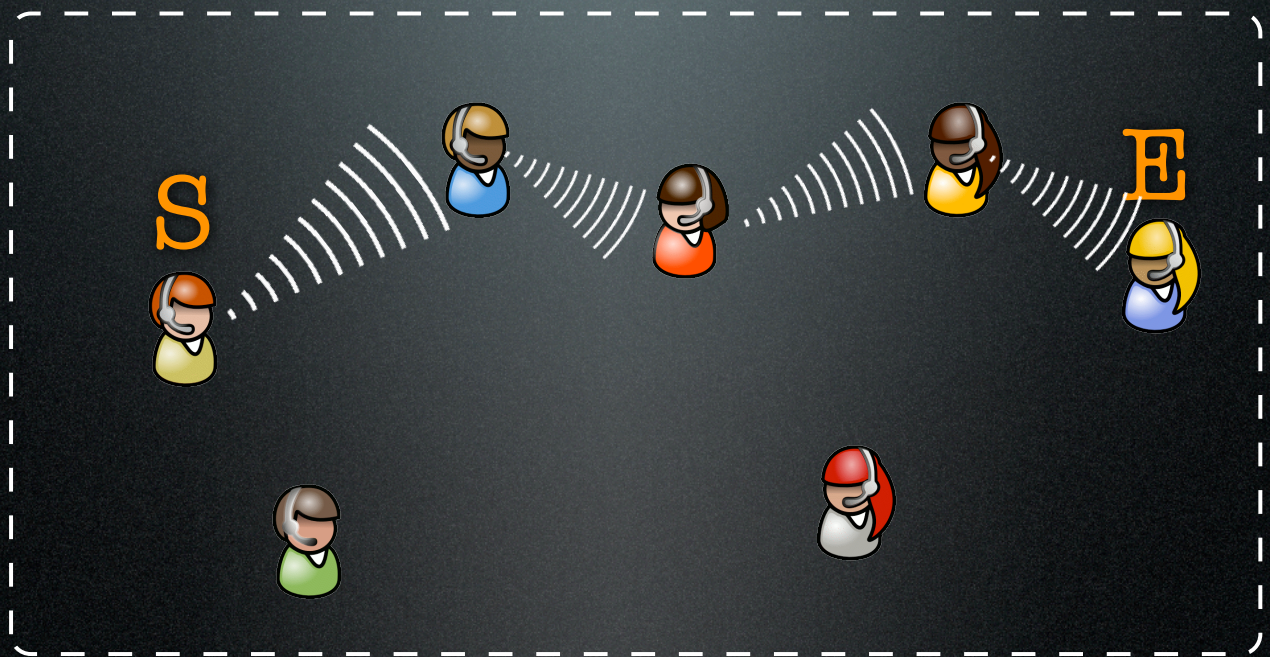
Siehe auch:  
– Wikipedia(de): Frequenzspreizung, DSSS  
– Wikipedia(en): Spread Spectrum

Vorteil: Signalenergie über breiteren Frequenzbereich gestreut, daher weniger Störung durch andere (Stör-)Signale.

Wird z.B. bei GPS, WLAN, UTMS und anderen eingesetzt.



## Methode: 'Stille Post'



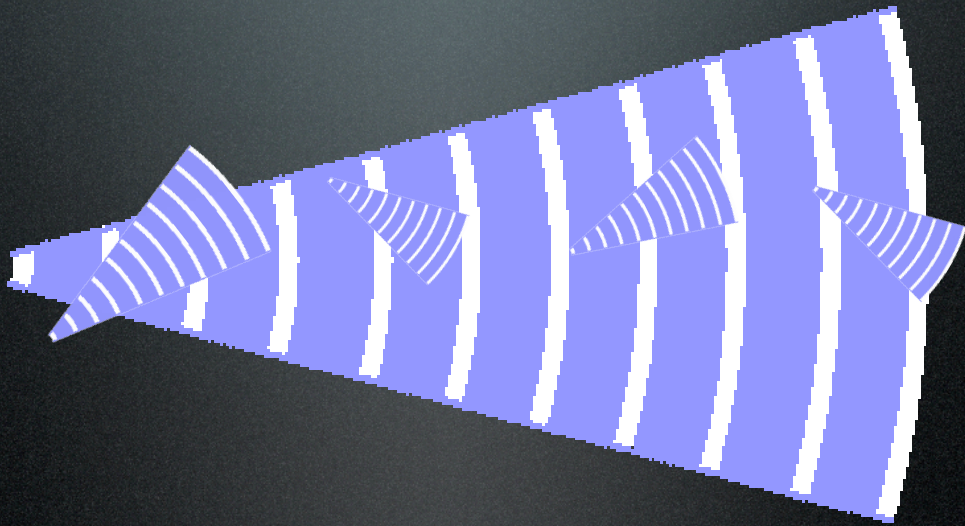
### Methode 'Stille Post':

Diesmal sendet S mit wenig Energie (flüstern) an einen Nachbarn, der dann an den nächsten Nachbarn weitergibt usw., bis es bei E ankommt.

Entspricht dem "Stille Post"-Spiel, mit den gleichen Problemen (Nachbarknoten müssen Nachricht korrekt weitergeben).

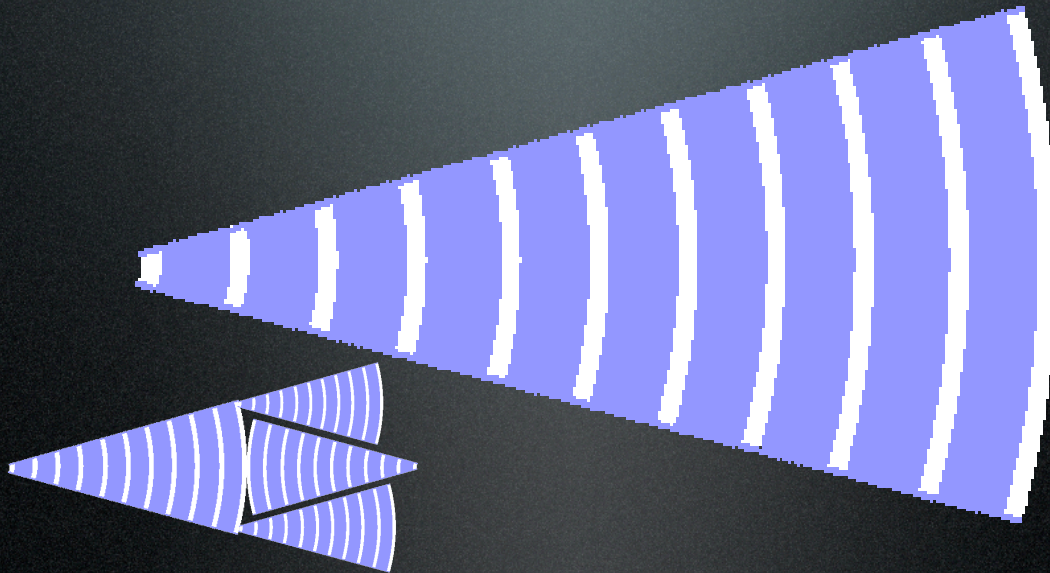
Andere Knoten (z.B. die unten, oder die zwischen S und E) könnten gleichzeitig auch kommunizieren, da die einzelnen Signale im Verhältnis energieschwach sind.

# Vergleich aufgewendeter Energie (schematisch)





# Vergleich aufgewendeter Energie (schematisch)



# Lex Informatica-Lösung

## Cooperation Gain

- "Cooperation gain" statt "signal gain"
- Voraussetzung: Technische Architektur in den Knoten + Kooperationsanreize
- Ergebnis: Aus dem knappen Gut Frequenzen wird ein Überfluß
- Möglicherweise: Regulierung durch Recht  
hinfällig wegen Regulierung durch Technik



# Open Spectrum als Antwort?

«Open spectrum is a collection of new radio technologies. The core concept is that technology and standards can dynamically manage spectrum access (and, thus, spectrum sharing), in place of the current static band allocations through bureaucratic “command and control.”

The three major classes of technology to implement open spectrum are:

- Low-power, wideband spread spectrum underlay
- Cognitive/agile/software-defined radios
- Mesh networks.»

## Cooperation Gain Beispiel Firma "Fon"



Bild: <<http://de.fon.com/>>



**Ausblick:**  
Frequenzen und  
«Code»

Software-Defined Radio

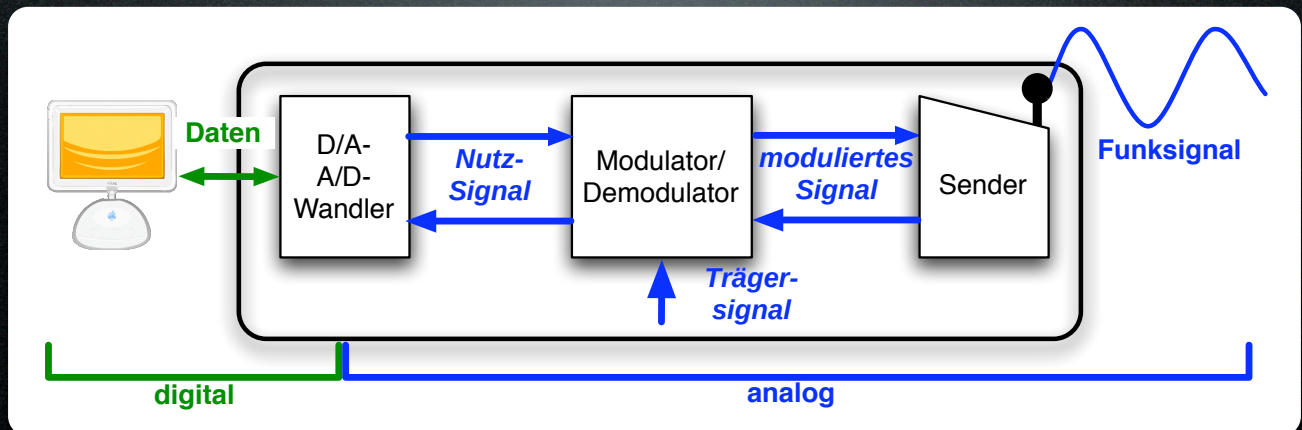
# Allmende Frequenzspektrum «Code» überwindet Tragik?

Cooperation Gain

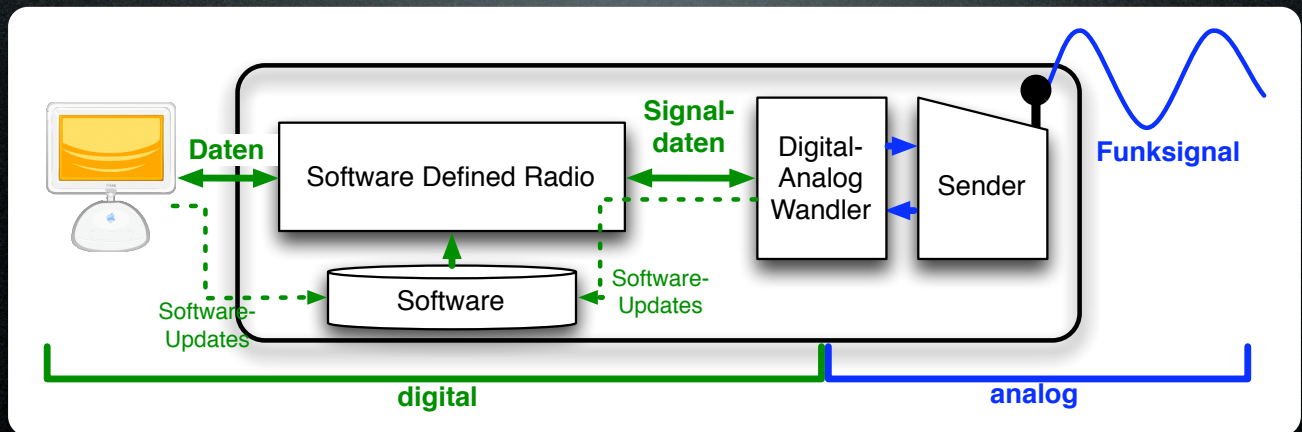
Software Defined  
Radio



# Sender/Empfänger für Daten herkömmlich



# Sender/Empfänger für Daten Software-Defined Radio



Grafik: Kei Ishii.



# Software-Defined Radios

## Eigenschaften

- Frequenzen und Protokolle in Software statt Hardware/Firmware  
=> Flexibilität, Frequency/protocol «hopping»
- Kann über derzeitige Frequenzbandregulierungen hinweg agieren
- Problem Geschwindigkeit: Derzeitige A/D Wandler schaffen ca. 200 MHz bei 14 bit Auflösung

➡ Aufhebung des Mangels im Frequenzspektrum?



# Conclusio

## Fishbanks

Tragik der  
Allmende

Unregulierte Allmende bringt Ruin

=> Zwang, Gewissen, oder Privateigentum

## Leitfall

Frequenz-  
regulierung

Ergebnis 1: Eigentum statt Zwang

Ergebnis 2: Allmende kann funktionieren

## Exkurs

Allmende  
ohne Tragik?

«**Sharing**», «nonmarket social production»  
neben Eigentums-/Marktsystemen

## Ausblick

Frequenzen  
und «Code»

«Lex Informatica» verändert die  
Regulierungsbedingungen: **Cooperation  
Gain, Software-Defined Radio**



# Literatur

Benkler 2004: Sharing Nicely: On Shareable Goods and the Emergence of Sharing as a Modality of Economic Production. <[http://www.yalelawjournal.org/pdf/114-2/Benkler\\_FINAL\\_YLJ114-2.pdf](http://www.yalelawjournal.org/pdf/114-2/Benkler_FINAL_YLJ114-2.pdf)>

Benkler 2006: The Wealth of Networks. New Haven, London: Yale University Press.

Hardin, Garrett 1968: The Tragedy of the Commons. Science, 162(1968):1243-1248. <<http://dieoff.org/page95.htm>>

Henseler-Unger 2006: "Spektrumsregulierung". Vortrag am 24.5.2006, Information Rules 2, Sommer 2006, Informatik und Gesellschaft, TU Berlin <[http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl\\_etc/Spektrumsregulierung/Henseler-Unger2006\\_Spektrumsregulierung.pdf](http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl_etc/Spektrumsregulierung/Henseler-Unger2006_Spektrumsregulierung.pdf)>

William Lehr 2006: Spectrum Policy Lecture #1: Spectrum Management Reform. ESD 68 : Communications and Information Policy. Massachusetts Institute of Technology, March 2, 2006. <<http://ocw.mit.edu/ans15436/ZipForEndUsers/ESD/ESD-68JSpring-2006/ESD-68JSpring-2006.zip>>

Lutterbeck 2006: Theorie öffentlicher Güter – das Beispiel Frequenzregulierung. Teil 1: Fallstudien. Vorlesung, Information Rules 2, Sommer 2006, Informatik und Gesellschaft, TU Berlin <[http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl\\_etc/Spektrumsregulierung/IR2\\_Frequenzregulierung\\_Teil1-Fallstudie.pdf](http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl_etc/Spektrumsregulierung/IR2_Frequenzregulierung_Teil1-Fallstudie.pdf)>

Lutterbeck 2006: Theorie öffentlicher Güter – das Beispiel Frequenzregulierung. Teil 2: Öffentliche Güter. Vorlesung, Information Rules 2, Sommer 2006, Informatik und Gesellschaft, TU Berlin <[http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl\\_etc/Spektrumsregulierung/IR2\\_Frequenzregulierung\\_Teil2-PublicGoods.pdf](http://ig.cs.tu-berlin.de/lehre/s2006/ir2/vl_etc/Spektrumsregulierung/IR2_Frequenzregulierung_Teil2-PublicGoods.pdf)>

Reidenberg, J. R. 1998: Lex Informatica: The Formulation of Information Policy Rules through Technology. Texas Law Review, 76(3):533-593.