

# Informations- und Netzwerkökonomik

PD Dr. M. Pasche

Friedrich-Schiller-Universität Jena



Creative Commons Namensnennung 2.0 Deutschland Lizenz – 2007

Fehlerreport bitte an: [markus@pasche.name](mailto:markus@pasche.name)

## Übersicht:

1. Einführung in das Themengebiet
2. Probleme asymmetrischer Information
  - 2.1 Grundlagen und Überblick
  - 2.2 Adverse Selektion
  - 2.3 Screening und Selbstselektion
  - 2.4 Signalling
  - 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard
3. Netzwerkgüter
  - 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern
  - 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In
  - 3.3 Kompatibilität und Standards
4. Fallbeispiel: Softwareindustrie
  - 4.1 Charakteristika von Software
  - 4.2 Produktionsmodelle von Software
  - 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

## Literatur:

- ▶ Shapiro, C., Varian, H. (1999), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Harvard Business School Press.
- ▶ Shy, O. (2001), *The Economics of Network Industries*. Cambridge University Press.
- ▶ Wolfstetter, E. (1999), *Topics in Microeconomics*. Cambridge University Press (Kapitel 9-11)
- ▶ Macho-Stadler, I., Pérez-Castrillo, D. (2001), *An Introduction to the Economics of Information*, 2nd edition. Oxford: Oxford University Press.

Spezielle Literaturangaben werden im jeweiligen Kontext bekannt gegeben.

Detaillierter Foliensatz (Skript)!

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.1 Informations- bzw. Wissensgesellschaft – einige Schlaglichter

Informationen als *Güter*:

- ▶ Zunehmende Bedeutung von IuK-Technologien als Branche, aber auch als notwendige Infrastruktur bzw. Produktionsfaktor für andere Branchen.
- ▶ Zunehmende Rolle von Informationsgütern im Vergleich zu physischen Gütern bei Produktion und Konsum.
- ▶ Die Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Information wird immer billiger und führt so zu Effizienzsteigerungen auch in anderen Bereichen.
- ▶ Generierung und Diffusion von Wissen; Wissen als Inputfaktor und Output von Produktionsprozessen (z.B. Bildungssektor); technischer Fortschritt.

Deutsche Bundesbank (2004), Zur Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologie. Monatsbericht April 2004.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.1 Informations- bzw. Wissensgesellschaft – einige Schlaglichter

Informations- und Netzwerküter:

- ▶ Zunehmende Rolle von (technischen) Standards, Kompatibilität und Interoperabilität.
- ▶ Systemgüter: zunehmender Konsum von Gütern, die nur noch im Verbund mit anderen Gütern verwendet werden können: Software – Hardware (– Internet); Nutzung von Strom und Stromnetz; Telekommunikation und Leitungs-/Funknetz; Online-Zahlungsmittel – Internet; Fernsehsender – Fernsehgerät.
- ▶ Signifikante Skalen- und Verbundeffekte bei der Produktion von Informations- und Netzwerkütern.
- ▶ Zunehmende Bedeutung der (ambivalenten) Rolle geistiger Eigentumsrechte.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.1 Informations- bzw. Wissensgesellschaft – einige Schlaglichter

Informationen als *Entscheidungsgrundlage*:

- ▶ Der einzelne Akteur muss unter unvollständiger Information Entscheidungen treffen. Dabei sind die Informationen meist asymmetrisch verteilt.
- ▶ Es kann sowohl ein Interesse an einer Überwindung als auch an einer Beibehaltung oder Vertiefung der Informationsasymmetrie bestehen.
- ▶ Beispiele:
  - ▶ Rolle von Finanzmärkten, auf denen Akteure auf der Basis unterschiedlicher Informationen und Einschätzungen agieren
  - ▶ Rolle von Versicherungen
  - ▶ Rolle des Humankapitals, welches nicht direkt beobachtbar ist
  - ▶ komplexer werdende Produkte, deren Eigenschaften/Nutzen vom Nutzer schwer einzuschätzen ist
  - ▶ Auktionen als Allokationsmechanismus bei unsicheren Informationen über Zahlungsbereitschaften
  - ▶ Rolle von Informations- als Wissensvorsprüngen im Bereich Forschung und Technologie.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.1 Informations- bzw. Wissensgesellschaft – einige Schlaglichter

Die Vorlesung besteht aus zwei Teilen, die in der ökonomischen Literatur meist separat behandelt werden:

- ▶ **Probleme asymmetrischer Information** (Kapitel 2): Es geht hier *nicht* um Informationen als ökonomisches Gut, sondern um die strategischen Probleme, die mit der Informationsverteilung zusammenhängen.
- ▶ **Netzwerküter** (Kapitel 3): Es werden einige klassische Aspekte wie Netzwerkexternalitäten, Wechselkosten und Pfadabhängigkeiten diskutiert.

Darüber hinaus wird das Fallbeispiel „**Software**“ behandelt, welche ein Informations- *und* Netzwerkut ist (Kapitel 4). Neben den mikroökonomischen Aspekten werden hier auch institutionen-ökonomische Fragen angesprochen.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

### Einige Abgrenzungen:

- ▶ Information als Wissen – Information als Nachricht (Signal)
  - ▶ Wissen ist eine Bestandsgröße
  - ▶ Nachricht ist eine Stromgröße, die den Wissensbestand erhöht
- ▶ Information – Erwartung/Einschätzung
  - ▶ Information als objektive Größe
  - ▶ Erwartung/Einschätzung als subjektive Größe
- ▶ Übertragbare – nicht-übertragbare Information
- ▶ Information mit – ohne Ausschlussmöglichkeit
- ▶ Information erster und zweiter/höherer Ordnung  
(Spezialfall: common knowledge)

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

### Information:

- ▶ ...als spezielles ökonomisches Gut
  - ▶ ...als Grundlage für ökonomische Entscheidungen:
    - a) fehlende oder unsichere Informationen bezüglich exogener, d.h. vom Entscheider nicht strategisch beeinflussbarer Größen (z.B. Wetter, Börsenkurs?)
    - b) fehlende oder unsichere Informationen bezüglich anderer Entscheidungsträger, d.h. asymmetrische Information:
      - (i) unbekannte Charakteristika anderer Akteure  
(hidden characteristics)
      - (ii) nicht beobachtbare Handlungen anderer Akteure  
(hidden action)
- ⇒ Die asymmetrische Informationsverteilung führt zu speziellen strategischen Anreizen:
- ▶ Fragen der optimalen Vertragsgestaltung
  - ▶ Fragen der Überwindung der Informationsasymmetrie  
(screening, signalling)

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

### Hidden Characteristics – Beispiele:

- ▶ Der Gebrauchtwagenverkäufer kennt den „wahren“ Wert des Autos, der potenzielle Käufer nicht. Seine Zahlungsbereitschaft orientiert sich an seinem subjektiv erwarteten Wert des Autos.
- ▶ Der Versicherungsnehmer kennt seine individuellen Risiken (z.B. Vorerkrankungen) besser als der Versicherer.
- ▶ Der Jobsuchende kennt seine Fähigkeiten und Erfahrungen besser als der potenzielle Arbeitgeber.
- ▶ Konkurrierende Anbieter auf einem Markt kennen jeweils nur ihre eigene Kostenfunktion, nicht aber die der Konkurrenten. Sie können ihre Strategie nur am subjektiv erwarteten Preis- bzw. Mengensetzungsverhalten der Konkurrenten ausrichten.
- ▶ Der Risikokapitalgeber hat in der Regel nur begrenzte Kenntnisse des Technologiefeldes eines Innovators, der gerne mit Risikokapital arbeiten möchte.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

### Hidden Characteristics – Beispiele: (Forts.)

- ▶ Der Politiker kennt seine eigene Zielfunktion, der Wähler kennt dessen Zielfunktion nur begrenzt.
- ▶ Das angestellte Management einer Unternehmung hat eigene Zielvorstellungen und kennt die Risiken und Ertragschancen von Investitionsprojekten und Firmenstrategien, welche die Fremd- und Eigenkapitalgeber nicht (in dem Maße) kennen.
- ▶ Der Kunde eines Internet-Auktionshauses kann sich nur begrenzt sicher sein, ob der Anbieter der ersteigerten Ware ehrliche oder betrügerische Absichten hat.
- ▶ Der Verkäufer kann die geringe Kenntnis des Kunden ausnutzen, um ihn zum Kauf derjenigen Produktvariante zu bewegen, die dem Verkäufer die höchste Provision bringt (Anlageberater, Autowerkstatt, Zahnarzt,...).

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

*Asymmetrische* Information = es existiert *private* Information = mindestens ein Akteur entscheidet unter *unvollständiger* Information.

Der uninformierte Akteur muss mögliche Ausprägungen des unbekanntes Merkmals definieren (**Typologisierung**) und **Wahrscheinlichkeitserwartungen** bezüglich dieser Merkmalsausprägungen bilden.

Die Wahrscheinlichkeitserwartungen können subjektiv sein, werden aber (bei rationalen Akteuren) nach der *Regel von Bayes* an beobachtete Daten angepasst.

Der Wert einer zusätzlichen Information ergibt sich aus dem Nutzenzuwachs, die eine Entscheidung bei verbesserter Wahrscheinlichkeitserwartung bringt.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

(Teilweise) Überwindung der Informationsasymmetrie durch

- ▶ **Screening:** Der Nicht-Informierte beschafft sich Informationen, welche die Informationsasymmetrie aufheben oder zumindest die Wahrscheinlichkeitserwartungen „verbessert“. Eine Möglichkeit besteht darin, unterschiedliche Kontrakte anzubieten. Der Informierte wird je nach Typ eine bestimmte Kontraktart wählen und so seinen Typ offenbaren (**Selbst-Selektion**).
- ▶ **Signalling:** Der Informierte investiert in ein Signal, welches dem Nicht-Informierten seinen Typ (Merkmalsausprägung) signalisieren soll.

*Achtung:*

- ▶ Es kann ein Anreiz bestehen, die Informationsasymmetrie aufrecht zu erhalten oder zu vergrößern.
- ▶ Es kann ein Anreiz bestehen, falsche Signale zu liefern bzw. die Signalwirkung zu verwässern.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

### Signalling und Screening – Beispiele:

- ▶ Der Gebrauchtwagenhändler bietet bei guter Qualität des Wagens eine Garantieleistung. Der Kunde verringert die Informationsasymmetrie durch eine ausgiebige Probefahrt.
- ▶ Der Jobsuchende signalisiert seine hohe Produktivität durch einen Hochschulabschluss oder ein Empfehlungsschreiben, um einen gut bezahlten Job zu bekommen.
- ▶ Der Jobsuchende mit geringerer Produktivität investiert (mit entsprechenden Mühen) in dasselbe Signal „Hochschulabschluss“, um den gut bezahlten Job zu bekommen.
- ▶ Der Anbieter einer Ware im Internet-Auktionshaus erklärt sich mit einer Beurteilung seiner bisherigen Aktivitäten durch andere Kunden bereit.
- ▶ Die Versicherung verlangt vom Versicherungsnehmer eine ärztliche Überprüfung sowie eidesstattliche Erklärungen.
- ▶ Die Autoversicherung bietet Vertragsvarianten mit unterschiedlichem Selbstbehalt an.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

### Hidden Action – Beispiele:

- ▶ Hat der Versicherungsnehmer eine Unfall- oder Lebensversicherung abgeschlossen, so kann er geneigt sein, höhere Risiken für Gesundheit und Leben einzugehen als vorher (*moral hazard*). Analog: Feuerversicherung.
- ▶ Hat der Jobsuchende einen Arbeitsvertrag bekommen, so kann er versuchen seinen Nettonutzen zu erhöhen, indem er das Anstrengungsniveau herabsetzt. Dieser Anreiz ist gegeben, wenn sein Beitrag zum Arbeitsergebnis nur schwer zu beurteilen ist.
- ▶ Der Kreditnehmer kann den geliehenen Betrag für ein lukrativeres, aber viel riskanteres Projekt einsetzen als jenes, für das er den Kredit erhalten hat.
- ▶ Eine Bank geht unverhältnismäßig hohe Kreditrisiken ein, wenn sie durch Bürgschaften abgesichert ist oder mit der Unterstützung des Staates im Fall der Illiquidität rechnen kann.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

Asymmetrische Information tritt häufig im Rahmen von **Prinzipal-Agenten-Strukturen** auf:

- ▶ Der *Prinzipal* bietet einen Vertrag an, bei dem eine Leistung in Auftrag gegeben und bezahlt wird.
- ▶ Der *Agent* kann den Vertrag annehmen und die Leistung ausführen und dafür den Geldbetrag erhalten. Andernfalls lehnt er den Vertrag ab und behält seinen Reservationsnutzen.

Der Agent kann mehr oder weniger geeignet sein, die Ziele des Prinzipalen zu erfüllen (*hidden characteristics*).

Der Agent kann nach Vertragsabschluss versucht sein, opportunistisch seine eigenen Ziele zu Lasten der des Prinzipalen zu verfolgen (*hidden action*).

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.2 Überblick: Informationsasymmetrien

- ▶ Das Ergebnis hängt meist nicht nur von der Leistung des Agenten, sondern auch von exogenen zufälligen Größen ab. Um beides unterscheiden zu können, müsste der Prinzipal den Agenten überwachen (*monitoring*). Das ist aber nur begrenzt möglich und zudem kostenträchtig.
- ▶ Die Prinzipal muss sich Gedanken über die Geeignetheit des Agenten und über dessen möglichen opportunistischen Anreize machen.
- ▶ Diese Probleme müssen bei der Vertragsgestaltung zwischen Prinzipal und Agent bedacht werden. Der Prinzipal ist an einem *anreizkompatiblen Vertrag* interessiert.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.3 Überblick: Netzwerkgüter

### Netzwerkgüter – Charakteristika:

- ▶ Positive Externalitäten bei der Nutzung
- ▶ Wechselkosten und Lock-In-Effekte
- ▶ Bedeutung von Kompatibilität und Standards
- ▶ Skaleneffekte bei der Produktion

Shy, O. (2001), *The Economics of Network Industries* (Chapter 1)

Shapiro, C., Varian, H. (1999), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy* (Chapter 1)

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.3 Überblick: Netzwerkgüter

### **Positive Externalitäten bei der Nutzung – Beispiele:**

- ▶ Telefonnetz – je mehr Teilnehmer im Netz, desto größer der Nutzen eines einzelnen Teilnehmers.
- ▶ Software – je größer die installierte Basis, desto größer die Chancen zum Austausch von Kenntnissen, zum Austausch von Daten, zur Entwicklung von Komplementärgütern.
- ▶ Sprache – je mehr Personen eine bestimmte Sprache sprechen/verstehen können, desto leichter die Austauschmöglichkeiten.
- ▶ Geld/Währungen – je größer der Verbreitungsraum, desto einfacher werden Transaktionen.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.3 Überblick: Netzwerkgüter

### **Werchselkosten und Lock-In-Effekte – Beispiele:**

- ▶ Tastaturen – QWERTY-Beispiel; Umlernen auf ein neues Tastaturschema nur schwer möglich.
- ▶ Software – erworbene Kenntnisse und Austauschmöglichkeiten mit anderen Nutzern gehen beim Wechsel z.T. verloren; Suchkosten; Verlust bisheriger Supportleistungen; Problem der Datenkonvertierung.
- ▶ Video-Standards – Investitionen in die Entwicklung bestimmter Technologien (früher z.B. Alternativen zu VHS, heute z.B. Blue-Ray-Disc) werden obsolet; für Benutzer sind die Speichermedien nicht mehr verwendbar.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.3 Überblick: Netzwerküter

### **Bedeutung von Kompatibilität und Standards:**

- ▶ Aufgrund von Netzwerkexternalitäten und Lock-In-Effekten kommt es i.d.R. zur Herausbildung von de-facto-Standards.
- ▶ Standards zur Vermeidung von Mehrfachinvestitionen in inkompatible Technologien mit jeweils nur kleinen Netzwerkgrößen (= geringeren Externalitäten)
- ▶ Standards wichtig für die Entwicklung von Komplementärgütern: CD und CD-Lesegerät, Handy und Funknetz, Betriebssystem und Anwendersoftware
- ▶ Offene vs. geschlossene Standards: proprietäre vs. freie Standards erlauben Konkurrenten den Zugang zum „Netz“; Technologieanbieter haben Interesse daran, Komplementärgüteranbieter Schnittstellen offen zu legen, Konkurrenten aber nicht; „Leveraging“.
- ▶ Rolle geistiger Eigentumsrechte bei Standards.

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.3 Überblick: Netzwerkgüter

### Skaleneffekte bei der Produktion:

- ▶ Entwicklung und Etablierung einer Netzwerktechnologie meist mit sehr hohen Kosten verbunden.
- ▶ Grenzkosten der Netzwerknutzung sind meist sehr gering
- ⇒ Sinkende Durchschnittskosten
- ⇒ Tendenz zur Marktmachtbildung
- ⇒ Probleme der Regulierung von Netzwerkindustrien

# 1. Einführung in das Themengebiet

## 1.3 Überblick: Netzwerkgüter

### Wohlfahrtsaspekte:

- ▶ Ausnutzung steigender Skaleneffekte, Nutzung positiver Netzwerkexternalitäten, Standardbildung sind volkswirtschaftlich sinnvoll.
- ▶ Damit verbunden ist aber allerdings häufig eine hohe Marktmacht der Technologieanbieter (Wettbewerbsbeschränkung)
- ▶ Regulierung des Netzzugangs: Trennung von Netz und Netzdienstleistung; Erlaubnis, dass konkurrierende Anbieter das Netz nutzen können (z.B. physisches Telefonnetz und Telekommunikationsleistungen; Offenlegung von Softwareschnittstellen als virtuellem Netz)

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Bei der Entscheidungsfindung spielen *Informationen* eine wichtige Rolle:

- (A) Informationen über die exogen gegebene Umwelt
- (B) Informationen über andere Akteure und deren Verhalten

Dies gilt unabhängig von der konkreten Verhaltenshypothese  
⇒ hier wird i.d.R. von *Rationalverhalten* ausgegangen.

Macht sich Akteur  $i$  Gedanken über das Verhalten von  $j$  und hängmt  $j$ s Entscheidung wiederum vom Verhalten von  $i$  ab, so liegt eine *strategische* Situation vor. Hat  $i$  dagegen keinen Einfluss auf  $j$ , so kann Akteur  $j$  wie ein Bestandteil der exogenen Umwelt betrachtet werden.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ Frage, ob die Informationen ausreichen, um die Umweltzustände und das Verhalten der anderen Akteure exakt vorherzusehen.
- ▶ Ist normalerweise nicht der Fall! Es besteht Unsicherheit:
  - (A) Unsicherheit über die eintretenden exogenen Umweltzustände
  - (B) Strategische Unsicherheit bezüglich der anderen Akteure (Schwerpunkt der Vorlesung)
- ▶ Daraus resultiert Unsicherheit über die Ergebnisse der Entscheidung.
- ▶ Unsicherheit hat somit erhebliche Auswirkung auf die Anreizstruktur und das Verhalten.

*Ausführlicher Übersichtsartikel:*

Stiglitz, J.E. (2002), Information and the Change in the Paradigm in Economics. *American Economic Review* Vol. 92(3), 460-501.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### Traditionelle (neoklassische) Perspektive:

- ▶ Es besteht kein prinzipieller Unterschied zwischen der Struktur der „Außenwelt“ (exogene Zustände, andere Akteure) und deren mentaler kognitiver Repräsentierbarkeit, d.h. die Außenwelt *kann* prinzipiell 1:1 wahrgenommen werden.
- ▶ Problem ist lediglich die Verfügbarkeit der Information (vollständige vs. unvollständige Information)
- ▶ Keine Erklärung des Prozesses der Wahrnehmung:
  - ▶ Aufmerksamkeitssteuerung, selektive Wahrnehmung, Suchprozesse
  - ▶ Beeinflussung der Wahrnehmung durch bereits vorhandene kognitive Modelle
- ▶ Keine Erklärung der kognitiven Repräsentation der Außenwelt:
  - ▶ Formen der Komplexitätsreduktion
  - ▶ Abgleich neuer Wahrnehmungen mit vorhandenen kognitiven Modellen

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Diese Perspektive ist daher kritikwürdig:

- ▶ beschränkte Rationalität (z.B. begrenzte Informationsverarbeitungsfähigkeiten)
- ▶ methodologisch fragwürdige Annahme einer aktors-unabhängigen „objektiven“ Struktur der Umwelt

Dennoch spricht einiges dafür, sich auf diese Weise damit zu beschäftigen:

- ▶ Stringente, disziplinierte, deduktive Theoriebildung
- ▶ durchgängiges Erklärungsprinzip
- ▶ zahlreiche etablierte Erkenntnisse, deren Grundaussage durchaus empirische Relevanz hat (z.B. moral hazard, signalling)

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### (A) Informationsstand bezüglich exogener Zustände:

- ▶ *Sicherheit*: Die eintretenden Umweltzustände  $z$  sind bekannt („vollständige Information“).
- ▶ *Risiko*: Die eintretenden Umweltzustände sind nicht bekannt, aber es kann eine objektive Wahrscheinlichkeitsverteilung auf  $Z$  angegeben werden (z.B. beim Würfeln).
- ▶ *Unsicherheit*: Wie beim Risiko, aber es genügt, dass irgendeine (subjektive) Wahrscheinlichkeitsverteilung auf  $Z$  angenommen werden darf (Bayes).
- ▶ *Unwissenheit/strenge Unsicherheit*: Eine (subjektive) Wahrscheinlichkeitserwartung ist nicht möglich, weil die Menge möglicher Umweltzustände nicht spezifiziert ist.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

► Notation:

Akteur:  $i = 1, 2, \dots$

Entscheidung:  $s_i \in S_i$

(unsicherer) Umweltzustand:  $z_j \in Z$

Eintrittswahrscheinlichkeiten:  $p_j = p(z_j)$

Konsequenzen:  $c_{ij} = c(s_i, z_j) \in C$

- Wählt ein Akteur  $s_i$ , so führt dies in Abhängigkeit vom Umweltzustand  $z_j$  zu *unterschiedlichen* und daher unsicheren Konsequenzen  $c_{ij}$ . Daher bezeichnet man  $s_i$  auch als „Lotterie“.
- Gibt es z.B. bei Entscheidung  $s_i$  zwei mögliche Konsequenzen  $c_{i1}$  und  $c_{i2}$ , wobei  $c_{i1}$  mit Wahrscheinlichkeit  $p$  eintritt, so schreibt man eine Lotterie auch als

$$s_i = s_i(p, c_{i1}, c_{i2}) = p \circ c_{i1} \oplus (1 - p) \circ c_{i2}$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Es seien  $x, y, z \in C$  drei beliebige Konsequenzen. Dann gelte:

- ▶ *Axiom 1: Vollständige Ordnung:*

Es gilt  $x \succ y$  oder  $y \succ x$  oder  $x \sim y$ .

Falls  $x \succ y$  und  $y \succ z$ , dann gilt  $x \succ z$ .

- ▶ *Axiom 2: Stetigkeit:*

Wenn  $x \succ y \succ z$ , dann existiert ein  $p$  dergestalt, dass gilt:

$s_i(p, x, z) \sim y$ .

- ▶ *Axiom 3: Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen:*

Wenn  $x \sim y$ , dann  $s_i(p, x, z) \sim s_i(p, y, z)$ .

- ▶ *Axiom 4: Ungleiche Wahrscheinlichkeiten:*

Wenn  $x \succ z$ , dann gilt  $s_i(p_1, x, z) \succ s_i(p_2, x, z)$  genau dann wenn  $p_1 > p_2$ .

- ▶ *Axiom 5: Zusammengesetzte Lotterien:*

Gegeben seien  $s_{i1}(p_1, x, y)$  und  $s_{i2}(p_2, x, y)$ . Dann gilt für die zusammengesetzte Lotterie  $s_{i3}(p_3, s_{i1}, s_{i2}) \sim s_{i4}(p_4, x, y)$  mit  $p_4 = p_3 p_1 + (1 - p_3) p_2$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Satz (von Neumann/Morgenstern): Sind die Axiome erfüllt, dann existiert eine **Nutzenfunktion**  $u$  mit

$$E[u_i(s_j)] = pu_i(x) + (1 - p)u_i(y)$$

und es ist

$$E[u_i(s_{j1})] > E[u_i(s_{j2})] \iff s_{j1} \succ s_{j2}$$

Diese Nutzenfunktion ist eindeutig bis auf eine positiv-affine Transformation (z.B. Lineartransformation). Die absolute Höhe der Nutzenwerte spielt also keine Rolle.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Allgemeiner Ausdruck des Erwartungsnutzens bei diskreten un bei stetigen Zuständen:

$$E[(u_i(s_i))] = \sum_j p(z_j) u_i(c(s_i, z_j))$$

bzw.

$$E[(u_i(s_i))] = \int u_i(c(s_i, z)) p(z) dz$$

Rationalverhalten ist definiert als Maximierungsverhalten:

$$\max_{s_i \in S_i} E[u_i(s_i)]$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Ferner spielt die **Risikoeinstellung** des Akteurs eine Rolle:

- ▶ Angenommen, die Umwelt kann zwei Zustände annehmen:
  - ▶  $z_1$  („Aktienkurs steigt um 10%“) und
  - ▶  $z_2$  („Aktienkurs steigt um 2%“).

Die Wahrscheinlichkeit sei  $p(z_1) = 0.4$  und  $p(z_2) = 0.6$ .

Entsprechend führt die Handlung  $s_A$  („Kaufe Aktien im Wert von 1000“) zu den monetären Auszahlungen 100 und 20, im Mittel sind es  $100 \cdot 0.4 + 20 \cdot 0.6 = 52 = \tilde{X}$ .

- ▶ Daneben existiere eine risikofreie Anlage mit einem Zinssatz von 5.2%, so dass für die Handlung  $s_B$  („Kaufe Festzinsanlagen im Wert von 1000“) die monetäre Auszahlung 52 beträgt.

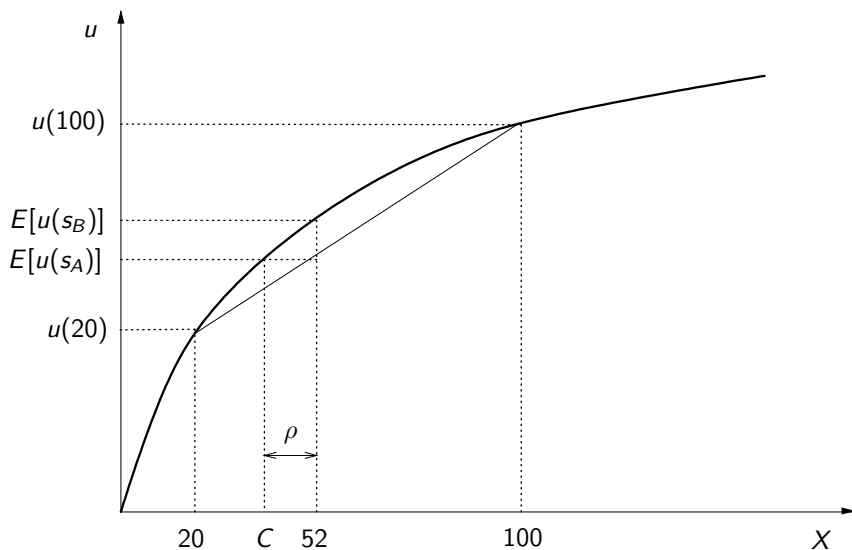
## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ *Risikoneutralität*:  $s_A \sim s_B \iff E[u(s_A)] = u(s_B)$ , d.h.  $0.4 \cdot u(100) + 0.6 \cdot u(20) = u(52)$ , d.h. der Nutzen beider Anlagealternativen wird als gleich hoch empfunden. Demnach muss  $u$  in den monetären Auszahlungen *linear* sein ( $u'' = 0$ ).
  - ▶ *Risikoaversion*:  $s_A \prec s_B \iff E[u(s_A)] < u(s_B)$ , d.h.  $0.4 \cdot u(100) + 0.6 \cdot u(20) < u(52)$ , d.h. der Nutzen der riskanten Anlage wird trotz gleicher erwarteter Auszahlung geringer eingeschätzt als die sichere Anlage. Die Nutzenfunktion  $u$  muss demnach streng *konkav* sein ( $u'' < 0$ ).
- Der Nutzen des Erwartungswertes der Lotterie (hier: 52) ist größer als der erwartete Nutzen der Lotterie (siehe Grafik).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ **Sicherheitsäquivalent:** Auszahlung  $C$ , die denselben Nutzen stiftet wie die Lotterie  $s_A$ , d.h.  $u(C) = E[u(s_A)]$ .
- ▶ Die Differenz zwischen dem Erwartungswert von  $s_A$ , also hier:  $\tilde{X} = 52$  und dem Sicherheitsäquivalent  $C$  ist die **Risikoprämie**  $\rho$ . Diese Prämie würde der risikoaverse Akteure maximal zahlen, um statt der Lotterie deren Erwartungswert als sichere Auszahlung zu erhalten.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ Die absolute Höhe von  $\rho$  eignet sich jedoch nicht als Maß für die Risikoaversion, da diese von der (willkürlichen) Skalierung von  $u$  abhängt.
- ▶ Das Ausmaß der Risikoaversion kann durch das Maß der „Krümmung“ von  $u$  bestimmt werden → absolutes **Arrow-Pratt-Maß**:

$$AP(x) = -\frac{u''(x)}{u'(x)}$$

Allerdings hängt auch  $AP(x)$  von Transformationen von  $u$  ab.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Einige Implikationen nicht-strategischer Unsicherheit:

- ▶ Systematischer Einfluss der Varianz auf die Entscheidung bei gleich bleibendem Erwartungswert.
- ▶ Unsicherheit bezüglich der Diskriminierung zufälliger und systematischer Umweltveränderungen kann u.a. zu verzögerter Preisanpassung führen.
- ▶ Unterschiedliche Verteilung von Informationen kann Streuung von Preisen erklären.
- ▶ Informationsdefizite erklären Suchaktivitäten (zur Erlangung von Information bzw. Reduktion von Unsicherheit) bzw. eine Zahlungsbereitschaft für Suchaktivitäten Dritter.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### (B) Informationsstand bezüglich anderer Akteure:

- ▶ Das Ergebnis einer Entscheidung von Akteur 1 hängt auch von der Entscheidung von Akteur 2 ab und umgekehrt (strategische Interdependenz). Vom Einfluss einer Umweltvariable  $z_j$  wird hier abstrahiert!
- ▶ Akteur 1 muss sich Gedanken über das Verhalten von Akteur 2 machen.
- ▶ Dabei muss er berücksichtigen, dass auch Akteur 2 sich Gedanken über ihn macht usw.
- ▶ „Common Knowledge“ (gemeinsames Wissen)

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Notation:

Akteur:  $i = 1, 2, \dots$

Entscheidung:  $s_i \in S_i$

Entscheidungen der anderen Akteure:  $s_{-i} \in S_{-i}$

Konsequenzen:  $c_i = c(s_i, s_{-i}) \in C$

Nutzen („payoff“):  $u_i(c_i) = u_i(s_i, s_{-i})$

Alle Spieler werden als rational angenommen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Der Informationsstand spielt eine zentrale (strategische) Rolle:

▶ Fall 1: Vollständige Information:

Alle relevanten Tatbestände sind *gemeinsames Wissen*; damit ist der Informationsstand für alle identisch und das Verhalten ist wechselseitig antizipierbar.

▶ Fall 2: Unvollständige Information:

Mindestens ein Akteur verfügt über *private* Informationen = die Informationsverteilung ist *asymmetrisch*.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ Annahme: Nutzenfunktion von Akteur 2 ( $u_2$ ) sei dessen private Information, alles andere sei gemeinsames Wissen.
- ▶ Akteur 1 definiert mögliche Merkmalsausprägungen (Typen):  
 $u_{21}, u_{22}, u_{23}, \dots$
- ▶ Akteur 1 ordnet diesen Typen Wahrscheinlichkeiten zu:  
 $p_1, p_2, p_3, \dots$  (mit  $p_i \in [0, 1], \sum_i p_i = 1$ ).
- ▶ Akteur 1 überlegt sich, wie sich Akteur 2 vom Typ  $j$  rational verhalten würde (also seinerseits die jeweilige Nutzenfunktion maximiert):  $s_{21}^*, s_{22}^*, s_{23}^*, \dots$
- ▶ Akteur 1 wählt die Alternative  $s_1^*$ , die seinen erwarteten Nutzen maximiert:  $\max_{s_1 \in S_1} \sum_j u_1(s_1, s_{2j}^*) p_j$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ Das impliziert, dass Akteur 2 diese Typologisierung und die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen von Akteur 1 ebenfalls kennt. Sonst wäre er (unabhängig von welchem Typ er ist) nicht in der Lage, eine optimale Antwort auf  $s_1^*$  zu geben.
- ⇒ Typologisierung und Wahrscheinlichkeitsschätzungen sind Common Knowledge.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### Beispiel: Duopol mit homogenem Gut

Holler, M.J., Illing, G. (1993), *Einführung in die Spieltheorie*, 2. Aufl.. Berlin (Abschnitt 3.4.3)

- ▶ Inverse Nachfragefunktion  $p(x) = 10 - x = 10 - x_1 - x_2$ .
- ▶ Kostenfunktion  $K_i(x_i) = c_i x_i$ .
- ▶ Grenzkosten von Unternehmen 1 sei  $c_1 = 1$  und gemeinsames Wissen.
- ▶ Grenzkosten von Unternehmen 2 seien dessen privates Wissen.
- ▶ Typologisierung:  $c_2 \in \{c_2^L = 1, c_2^H = 2\}$ .
- ▶ Wahrscheinlichkeitserwartung:  $\text{prob}(c_2 = 1) = 0.5$ .
- ▶ (Erwartungs-) Gewinnfunktionen:

$$E[G_1] = (10 - x_1 - E[x_2])x_1 - x_1$$

$$G_2 = (10 - x_1 - x_2)x_2 - c_2 x_2, \quad \text{mit } c_2 \in \{1, 2\}$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Maximierung ergibt:

$$\frac{\partial G_2}{\partial x_2} = 10 - x_1 - 2x_2 - c_2 = 0 \quad (\text{BEO})$$

$$\Rightarrow x_2^* = \frac{10 - c_2 - x_1}{2}, \quad \text{d.h. je nach Typ}$$

$$x_2^{*L} = \frac{9 - x_1}{2}$$

$$x_2^{*H} = \frac{8 - x_1}{2}$$

$$\frac{\partial E[G_1]}{\partial x_1} = 9 - 2x_1 - E[x_2] = 0 \quad (\text{BEO})$$

$$\Rightarrow x_1^* = \frac{9 - E[x_2]}{2}$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Unternehmen 1 erwartet mit gleicher Wahrscheinlichkeit  $c_2^L$  und  $c_2^H$ , also auch das entsprechende Optimalverhalten:

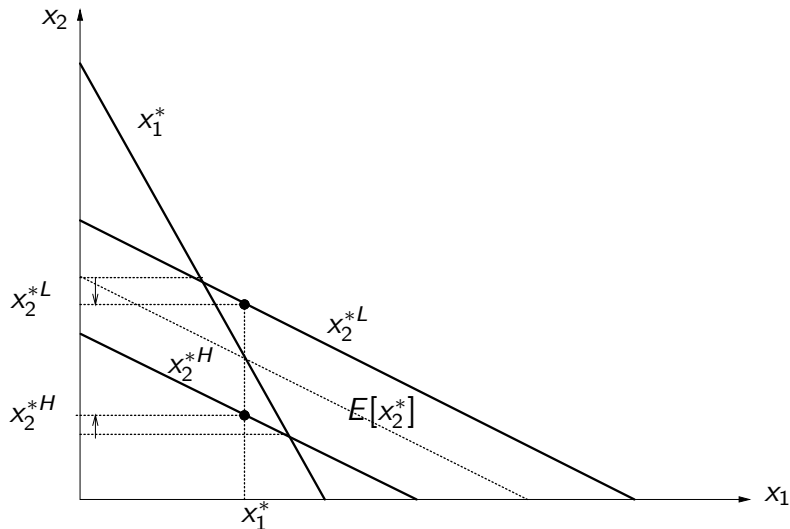
$$\begin{aligned} E[x_2] &= 0.5 \cdot x_2^{*L} + 0.5 \cdot x_2^{*H} \\ &= 0.5 \cdot \left( \frac{9 - x_1}{2} \right) + 0.5 \cdot \left( \frac{8 - x_1}{2} \right) = \frac{8.5 - x_1}{2} \end{aligned}$$

Einsetzen in  $x_1^*$  ergibt

$$\begin{aligned} x_1^* &= \frac{9 - \left( \frac{8.5 - x_1}{2} \right)}{2} = \frac{19}{6} \\ \Rightarrow x_2^{*L} &= \frac{9 - 19/6}{2} = \frac{17.5}{6}, \\ \text{bzw. } x_2^{*H} &= \frac{8 - 19/6}{2} = \frac{14.5}{6} \end{aligned}$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Nach der Wahl der Mengen kann Unternehmen 1 den Typ des Unternehmens 2 anhand dessen Mengenentscheidung identifizieren.

Vergleich zur Situation mit vollständiger Information:

- ▶ Das Unternehmen 2 vom Typ  $c_2^L$  verliert im Vergleich zur Situation mit vollständiger Information (schränkt die Menge ein). Es hat also ein Interesse daran, seinen Typ vor dem Spiel glaubwürdig zu signalisieren.
- ▶ Das Unternehmen 2 vom Typ  $c_2^H$  profitiert von dem Informationsdefizit des Konkurrenten (dehnt die Menge aus), d.h. es würde sich bei vollständiger Information schlechter stellen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### Hat hier Signalling einen Sinn?

Erweiterung des Spiels um eine Stufe, in der Unternehmen 2 zunächst ein Signal aussendet:

- ▶ Typ  $c_2^L$  hat ein Interesse daran, ein wahres Signal „ $c_2^L$ “ zu geben, dass er niedrige Grenzkosten hat. Typ  $c_2^H$  hat ein Interesse daran, das Informationsdefizit aufrecht zu erhalten.
- ▶ Die einzige Möglichkeit für Typ  $c_2^H$  die Unsicherheit aufrecht zu erhalten ist es, ebenfalls das (falsche) Signal „ $c_2^L$ “ zu geben.
- ▶ Daher wird Unternehmen 2 in jedem Fall dasselbe Signal liefern, so dass dieses keinen Informationsgehalt hat!

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### Beispiel: Eine einfache Auktion

Wolfstetter, E. (1999), *Topics in Microeconomics*. Cambridge (S.188-190).

- ▶ Es gibt  $n$  Bieter in einer Auktion.
- ▶ Jeder Bieter  $i$  kennt seine Wertschätzung  $v_i$  (maximale Zahlungsbereitschaft) für den Auktionsgegenstand, die der anderen Mitbieter aber nicht.
- ▶ Typologisierung:  $v_j \in [0, 1]$
- ▶ Wahrscheinlichkeitserwartung:  $v_j$  ist gleichverteilt auf dem  $[0, 1]$ -Intervall.
- ▶ Mindestgebot ist  $b = 0$ , für jedes Gebot gilt  $b_i < v_i$  bzw.  $b_i(v_i) = av_i$  mit  $a \in (0, 1)$ .
- ▶ Gebote werden simultan (schriftlich, sealed bid) abgegeben; Zuschlag erhält der Bieter mit dem höchsten Gebot; zu zahlen ist das höchste Gebot (first price auction).

Frage: Wie hoch ist das optimale Gebot bei unvollständiger Information über die anderen Mitbieter?

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Die Wahrscheinlichkeit den Zuschlag zu bekommen ist

$$\begin{aligned}\rho(b_i) &= \rho(b_j(v_j) < b_i \quad \forall j \neq i) \\ &= \rho(av_j < b_i \quad \forall j \neq i) \\ &= \rho(v_j < b_i/a \quad \forall j \neq i) \\ &= \prod_{j \neq i} \rho(v_j < b_i/a) \\ &= \left(\frac{b_i}{a}\right)^{n-1}\end{aligned}$$

Letzteres gilt wegen der Gleichverteilungsannahme. Der Fall identischer Gebote hat die Wahrscheinlichkeit Null, da es sich um stetige Zufallsvariable handelt.

Erwarteter Nutzen eines Bieters:

$$E[u(b_i, v_i)] = \rho(b_i)(v_i - b_i) = \left(\frac{b_i}{a}\right)^{n-1} (v_i - b_i)$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Herleitung des optimalen Gebotes

(Anwendung der Produkt- und Kettenregel!):

$$\frac{dE[u]}{db_i} = (n-1) \left(\frac{b_i}{a}\right)^{n-2} \frac{1}{a}(v_i - b_i) + \left(\frac{b_i}{a}\right)^{n-1} (-1) = 0 \quad (\text{BEO})$$

Teilen durch  $\left(\frac{b_i}{a}\right)^{n-2}$  und Multiplikation mit  $a$  ergibt

$$\begin{aligned}(n-1)(v_i - b_i) - b_i &= 0 \\(n-1)v_i - nb_i &= 0 \\ \Rightarrow \frac{n-1}{n}v_i &= \left(1 - \frac{1}{n}\right)v_i = b_i\end{aligned}$$

(und somit  $a = (n-1)/n$ ).

Hinweis: In der angegebenen Literatur wird statt  $b_i(v_i) = av_i$  mit einer un spezifizierten Gebotsfunktion  $b_i(v_i)$  gearbeitet, deren Umkehrfunktion mit  $\sigma(b_i)$  bezeichnet wird.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

- ▶ In beiden Beispielen (Duopol, Auktion) werden die Merkmale, die private Information sind, typologisiert und entsprechende Vermutungen bezüglich des Typs angestellt (Wahrscheinlichkeitsverteilungen).
- ▶ Das abgeleitete Verhalten resultiert aus der Maximierung des subjektiven Erwartungsnutzens.
- ▶ Das Verhalten aller Akteure ist ex ante konsistent; es bildet ein sog. **Bayes-Nash-Gleichgewicht**.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

Mögliche Implikationen strategischer Unsicherheit:

- ▶ Es müssen nicht (nur) Erwartungen bezüglich exogener Größen gebildet werden, sondern bezüglich des Verhaltens anderer Akteure. Somit müssen auch deren Erwartungen berücksichtigt werden usw.
- ▶ Entscheidungen bzw. Handlungen können u.U. die private Information offenbaren (siehe obige Beispiele).
- ▶ Selbsterfüllende Erwartungen bzw. multiple (mehrdeutige) Gleichgewichte sind möglich.
- ▶ Informationsasymmetrien können strategisch genutzt werden, etwa durch Beeinflussung von Erwartungen wie z.B. beim Aussenden von Signalen.
- ▶ Aus dem optimalen Verhalten unter bestimmten Informationsasymmetrien können Konsequenzen z.B. für die Vertragsgestaltung oder die Gestaltung von Mechanismen gezogen werden (z.B. Auktionsdesign).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.1 Grundlagen und Überblick

#### Hinweis: Beschränkte Rationalität

- ▶ Siehe Hinweise oben.
- ▶ Informationsanforderungen bei Bayes-Nash-Gleichgewichten enorm hoch!
- ▶ Interaktionen von Akteuren werden auch durch soziale Normen geprägt.
- ▶ Z.B. ist opportunistisches Ausnutzen privater Information empirisch weniger relevant als die Theorie vermuten lässt.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Das Paradebeispiel: „Market for Lemons“

- ▶ Akerlof, G.A. (1970), The Market for Lemons: Qualitative Uncertainty and the Market Mechanism. *Quarterly Journal of Economics* Vol. 84, 499-500.

(auch nachzulesen in: Wolfstetter, E. (1999), *Topics in Microeconomics*. (Abschnitt 9.2.1))

- ▶ Nobelpreis 2001 an George A. Akerlof, A. Michael Spence, Joseph E. Stiglitz „for their analyses of markets with asymmetric information“.
- ▶ *Informationsasymmetrie* kann die Koordinationsfunktion von Märkten und somit deren Effizienz beeinträchtigen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Markt für Gebrauchtwagen:

- ▶ Verkäufer kennt die Qualität des Wagens, Käufer kennt sie nicht (private Information, hiddeninformation).
- ▶ Wagen mit schlechter Qualität = „Lemons“

#### Annahmen:

- ▶ Qualität  $q$  sei gleichverteilt auf Intervall  $[0, b]$ .
- ▶ Verkäufer möchten mindestens einen Preis  $p$  erzielen, der der Qualität ihres Wagens entspricht, hier vereinfacht:  $p \geq q$ .
- ▶ Käufer sind bereit, für einen Wagen der Qualität  $q$  einen Preis von  $p(q) \leq \alpha \cdot q$  zu zahlen mit  $\alpha > 1$ . Allerdings kennen sie  $q$  nicht!

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

Bietet der Käufer mindestens so viel wie der Verkäufer gerade noch akzeptieren würde, kommt der Handel zustande, und beide Spieler erhalten eine positive Auszahlung (effizienter Tausch). Andernfalls kommt kein Tausch zustande.

Der Käufer kann  $q$  nicht beobachten. Er erwartet eine durchschnittliche Qualität von  $E[q]$ . Wegen der Gleichverteilungsannahme auf  $[0, b]$  ist dies  $E[q] = b/2$ , also:

$$p(E[q]) \leq \alpha \cdot \frac{b}{2}, \quad \alpha > 1$$

*Zwei Fälle:*

- ▶ *Fall 1:* Es ist  $\alpha \geq 2$ . Dann kommt ein Marktangebot zustande. Alle angebotenen Autos werden verkauft.
- ▶ *Fall 2:* Es ist  $1 < \alpha < 2$ . Dann bricht der Markt trotz wechselseitig vorteilhafter Tauschmöglichkeiten zusammen!

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Beispiel:

- ▶ Angenommen, es ist  $\alpha = 1.8$  und die maximale Zahlungsbereitschaft somit  $p(E[q]) = 1.8 \cdot b/2$ .
- ▶ Die Anbieter hochwertiger Autos der Qualität  $q > 1.8 \cdot b/2 = 0.9b$  erzielen dann keinen adäquaten Preis mehr und ziehen ihr Angebot zurück.
- ▶ Damit scheiden die besten 10% der Wagen aus, das Qualitätsintervall verkleinert sich auf  $[0, 0.9b]$ .
- ▶ Dies wissen auch die Käufer! Sie erwarten nun eine Durchschnittsqualität von  $9/20 \cdot b$ , und ihre Zahlungsbereitschaft sinkt auf  $p(E[q]) = 1.8 \cdot 9/20 \cdot b = 0.81 \cdot b$ .
- ▶ Dadurch erzielen nun auch die Anbieter von Autos der Qualität  $q > 0.81$  keinen angemessenen Preis mehr und scheiden aus dem Markt aus.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

- ▶ Dieser (gedankliche) Prozess setzt sich immer weiter fort.
- ⇒ Der Markt bricht aufgrund der **adversen Selektion** zusammen.
- ▶ Da wechselseitig vorteilhafte Tauschmöglichkeiten nicht realisiert werden, ist das Ergebnis ineffizient. Die Allokationsfunktion des Marktes wird durch Informationsasymmetrien beeinträchtigt.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Alternative (allgemeinere) Begründung:

- ▶ Angenommen, der Marktpreis sei  $p > 0$ . Dann bieten nur solche Verkäufer ihren Wagen an mit  $q \in [0, p]$ . Die Durchschnittsqualität des Angebots ist somit  $E[q] = \frac{p}{2}$ .
- ▶ Dies antizipieren die Käufer: Ihre maximale Zahlungsbereitschaft ist demnach  $p(E[q]) = \alpha/2 \cdot p$ .
- ▶ Für  $\alpha < 2$  kommt dann kein Handel zustande. Dies gilt für *alle*  $p > 0$ .
- ▶ Lösung durch Überwindung/Reduktion der Informationsasymmetrie:
  - ▶ *Screening*: Käufer können die Qualität nach einer Probefahrt oder einer Überprüfung durch eine unabhängige Werkstatt besser einschätzen.
  - ▶ *Signalling*: Der Verkäufer bietet z.B. Garantien

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

- ▶ Experimentell lässt sich dieser Mechanismus nicht ohne Weiteres bestätigen:  
Kirstein, R., Kirstein, A. (2005), Less Rationality, More Efficiency: a Laboratory Experiment on „Lemons“ Markets. *German Working Papers in Law and Economics* No. 18/2005.
- ▶ **Beschränkte Rationalität:**
  - ▶ Fehlerhafte Schlussfolgerungen bezüglich des Verhaltens der anderen Akteure (z.B. fehlerhafte Erwartungsbildung).
  - ▶ Begrenzte Fähigkeiten (oder Motivation), auf der Basis der Informationen optimale Entscheidungen abzuleiten.
- ▶ Akerlof-Modell beruht auf der Common-Knowledge-Annahme. Nur so kann das gleichgewichtige Verhalten der Akteure antizipiert werden ⇒ sehr hohe Anforderung!
- ▶ Bei beschränkt rationalen Akteuren muss die Informationsasymmetrie nicht diese Folgen haben; Gleichgewichte mit positivem Transaktionsvolumen möglich.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Beispiel: Arbeitsmarkt

Wolfstetter, E. (1999), *Topics in Microeconomics*. (Abschnitt 9.2.2)

#### Annahmen:

- ▶ Ein Arbeiter hat eine Produktivität  $x$  sowie einen Reservationsnutzen  $y$  (z.B. Unterstützung bei Arbeitslosigkeit oder Produktivität bei selbständiger Tätigkeit). Im Allgemeinen gelte  $y = y(x)$ . Beides ist private Information.
- ▶ Eine Firma bietet einen Lohnkontrakt mit dem Lohnsatz  $w$  an. Ziel ist es, den erwarteten Gewinn  $E[\pi] = E[X] - w$  zu maximieren. Es muss  $w$  also möglichst niedrig sein, aber hoch genug, damit der Kontrakt zustande kommt.
- ▶ Der Arbeiter wird den Kontrakt genau dann annehmen, wenn  $y(x) \leq w$ . Seine Auszahlung ist also entweder  $y(x)$  oder  $w$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Annahmen (Forts.):

- ▶ Die Firma hat die Apriori-Erwartung  $E[X]$ . Wird der Kontrakt angenommen, so ist die bedingte Produktivitätserwartung

$$\rho(w) = E[X \mid y(X) \leq w]$$

(im Fall der Nicht-Annahme des Kontrakts sei  $\rho(w) \equiv w$ ).  
Rationale Erwartungen bezüglich der Kontraktannahme.

- ▶ Firma steht auf dem Arbeitsmarkt mit anderen Firmen im Bertrand-Wettbewerb, so dass der Lohnsatz gerade der erwarteten Produktivität entspricht:

$$w^* = \rho(w^*)$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Annahmen (Forts.):

- ▶ Da mit steigenden  $w$  auch  $\rho(w)$  steigen kann, sind multiple Lösungen möglich, daher folgende strengere Bedingung:

$$w^* = \max\{w \mid \rho(w) = w\}$$

**Aussage:** Ein Gleichgewicht besteht dann, wenn gilt:

1. Der Arbeitskontrakt wird genau dann akzeptiert, falls  $y(X) \leq w^*$
2.  $w^* = \max\{w \mid \rho(w) = w\}$  (Gleichgewichtslohnsatz).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Fall 1: $x$ und $y = \text{const}$ sind unkorreliert

Es sei  $X \in [\underline{x}, \bar{x}]$  und  $\underline{x} < y < \bar{x}$ .

Dann gibt es nur zwei Möglichkeiten:

- ▶  $E[X] \geq y$ : Dann nehmen *alle* Arbeiter den Kontrakt an. Es ist  $w^* = E[X] = \rho(w^*)$ , da aus der Akzeptanz des Kontraktes keine Rückschlüsse auf die Produktivität gezogen werden können.
- ▶  $E[X] < y$ : Dann akzeptiert *niemand* den Kontrakt und es gilt ebenfalls  $w^* = E[X] = \rho(w^*)$  (Unterbeschäftigung).

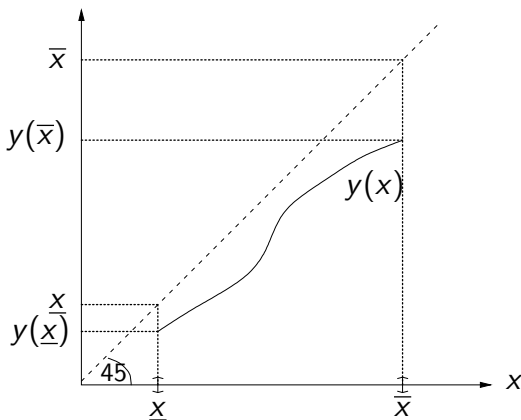
## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Fall 2: $x$ und $y(x)$ sind positiv korreliert

Es sei  $y(x)$  eine positive monotone Funktion mit

$$y(\underline{x}) \leq \underline{x} < y(\bar{x}) < \bar{x}$$



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

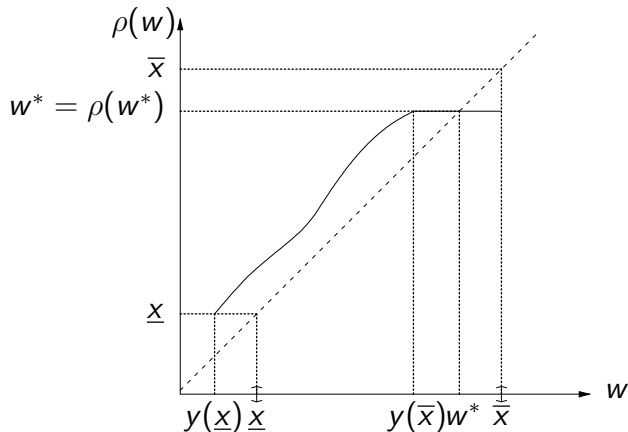
- ▶ Aufgrund der Bedingung  $y(X) \leq w$  wird es mit steigendem  $w$  immer wahrscheinlicher, dass diese Bedingung erfüllt ist.
- ▶ Wegen des positiven Zusammenhangs von  $y(X)$  und  $X$  werden mit wachsendem  $w$  immer produktivere Arbeiter Lohnkontrakte akzeptieren, so dass die erwartete Produktivität  $\rho(w)$  ebenfalls eine positiv ansteigende Funktion ist.
- ▶ Für  $w \in [y(\bar{x}), \bar{x}]$  haben aber bereits alle Arbeiter den Kontrakt akzeptiert, so dass  $\rho(w)$  in diesem Intervall nicht weiter steigen kann.
- ▶ Wegen der Gleichgewichtsbedingung  $w^* = \max\{w \mid \rho(w) = w\}$  ist im  $(w, \rho(w))$ -Diagramm der Schnittpunkt mit der Winkelhalbierenden von Bedeutung.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Fall 2a) Effizienz

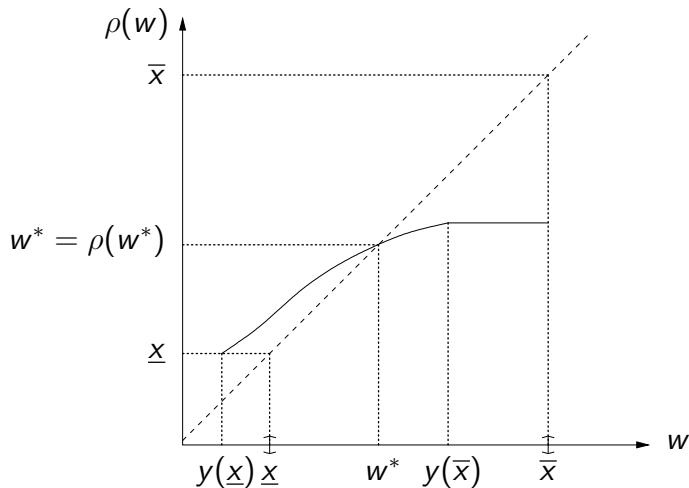
Alle Arbeiter nehmen den Kontrakt an.



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Fall 2b) Unterbeschäftigung



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

Zur Grafik:

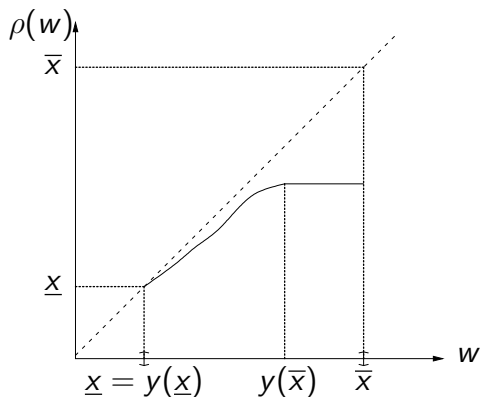
- ▶ Das Gleichgewicht mit  $w^* = \rho(w^*)$  liegt dort, wo gilt:  
 $\rho(w^*) < y(\bar{x})$ .
- ▶ Das bedeutet, dass alle hochproduktiven Arbeiter mit  $y(X) > w^* = \rho(w^*)$  den Kontrakt ablehnen. Der Gleichgewichtslohnsatz führt also dazu, dass gerade hochproduktive Arbeiter nicht beschäftigt werden (adverse Selektion). Für sie ist Selbständigkeit attraktiver, obwohl sie dort weniger produktiv sind.
- ▶ Eine Lohnerhöhung kommt aber nicht in Betracht, weil dann die Durchschnittsproduktivität nicht im selben Maße zunimmt.
- ▶ Wäre die Produktivität  $x$  Common Knowledge, so könnte jeder einen individuellen Vertrag mit  $w = x$  bekommen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Fall 2c) Zusammenbruch des Marktes

Falls  $y(\underline{x}) = \underline{x}$ , dann bricht der Markt zusammen. Beim einzigen gleichgewichtigen Lohnsatz  $w = \underline{x} = y(\underline{x})$  ist der unproduktivste Arbeiter gerade indifferent, den Kontrakt anzunehmen oder nicht.



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Alternative Szenarien:

- ▶ Multiple Schnittpunkte  $w = \rho(w)$ : Dies ist unerheblich, da nur der höchste Gleichgewichtslohnsatz relevant ist.
- ▶ Der Reservationsnutzen  $y$  kann in Teilbereichen größer sein als  $X$ : In diesem Fall existiert kein gleichgewichtiger Lohnsatz  $w$ ; es kommt kein Kontrakt zustande.
- ▶ Es gelte  $y(\bar{x}) > \bar{x}$ : Da es keine Lohnsätze oberhalb von  $\bar{x}$  geben kann, sind Schnittpunkt  $\rho(w) = w$  in diesem Bereich irrelevant, d.h. repräsentieren kein Gleichgewicht.
- ▶ Angenommen  $y(X)$  hängt negativ von  $X$  ab: Es kann zu positiven (statt adversen) Selektionseffekten kommen mit der Folge von Überbeschäftigung (vgl. Wolfstetter, Abschnitt 9.3; wird hier nicht behandelt).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Vermeidung/Reduktion der Informationsasymmetrie:

- ▶ **Screening:** Die Firma bietet mehrere Kontrakte mit unterschiedlichen Lohnhöhen und Outputverpflichtungen an. Nur die hochproduktiven Arbeiter, welche hohe Outputverpflichtungen glauben einhalten zu können, werden entsprechende Kontrakte mit hohen Löhnen akzeptieren (Selbst-Selektion).
- ▶ **Signalling:** Der Arbeiter kann durch den Erwerb von Signalen seinen Typ (Produktivitätsniveau) glaubwürdig zu vermitteln, etwa durch Hochschulabschluss oder Bescheinigung bisheriger Leistungen.

Mit beiden Mechanismen werden wir uns in den folgenden Abschnitten auseinander setzen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.2 Adverse Selektion

#### Überlegungen zu Wohlfahrt und Regulierung:

- ▶ Informationsasymmetrien tragen dazu bei, dass Märkte nicht mehr unbedingt effiziente Ergebnisse hervorbringen (Marktversagen) → Wohlfahrtsverlust!
- ▶ Solle der Staat regulierend eingreifen?
  - ▶ In vielen Situationen greift der Staat ein: Auskunftspflichten, Gewährleistungspflichten, Setzen von Mindeststandards usw.
  - ▶ Mit Screening und Signalling existieren aber auch marktbasierende Lösungen des Problems! (→ folgende Abschnitte)
  - ▶ Staat sollte nur dann eingreifen, wenn marktbasierende Lösungen nicht existieren, aus Transaktionskostengründen unterbleiben, oder unzureichend funktionieren. Es sind außerdem die Transaktionskosten des Eingriffs zu bedenken.
  - ▶ *Problem*: Die staatliche Regulierung steht selbst vor dem Problem der Informationsasymmetrie (z.B. Kostenstruktur eines zu regulierenden Monopolisten). Auch zwischen Staat und Privaten bestehen Probleme der Informationsasymmetrie.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

**Screening:** Der weniger informierte Akteur versucht die Informationsasymmetrie abzubauen oder zu verringern:

**1. Möglichkeit:** Die fehlenden Informationen werden (kostenträchtig) ganz oder teilweise beschafft oder die Erwartungen bezüglich des unbekanntes Gegenstandes werden präziser. Beispiele: Marktforschung, Spionage/Detektiv, Befragungen, Probebohrungen bei Ölfeldern. Die Informationsbeschaffung kann durch den Akteur selbst oder durch (bezahlte) Dritte erfolgen.

Zu bedenken sind die *Kosten der Informationsbeschaffung* und die eventuelle problematische *Einschätzung des Wertes der Information* (z.B. cheap talk Problem bei Befragungen).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

**2. Möglichkeit:** Anreize zur Selbstselektion, d.h. den besser informierten Akteuren werden Anreize geboten, ihren „Typ“ zu offenbaren oder zumindest Signale zu senden, welche die Wahrscheinlichkeitserwartungen bezüglich des Typs verbessern.

Dies setzt voraus, dass der weniger informierte Akteur eine Variable verändern kann, die die Nutzenposition (und somit z.B. die Zahlungs- oder Kontraktbereitschaft) des informierten Akteurs beeinflusst (z.B. neben dem Lohnsatz auch Leistungsziele im Arbeitskontrakt vereinbaren).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

**Zur 1. Möglichkeit:** Der Wert zusätzlicher Informationen über den unbekanntem Tatbestand.

*Beispiel:* Exploration eines Ölfeldes (die Unsicherheit bezieht sich hier auf einen exogenen Umweltzustand)

▶ *Handlungsalternativen:*

- ▶  $s_1$  = Investition in die Ölförderung
- ▶  $s_2$  = keine Investition

▶ *Mögliche Umweltzustände:*

- ▶  $z_1$  = vielversprechendes Ölfeld  
= Wahrscheinlichkeit von 0.9, dort Öl zu finden
- ▶  $z_2$  = Ölfeld mittlerer Qualität  
= Wahrscheinlichkeit von 0.3, dort Öl zu finden
- ▶  $z_3$  = aussichtsloses Gebiet  
= Wahrscheinlichkeit von 0, dort Öl zu finden

▶ *Apriori-Erwartungen:*

$$p(z_1) = 0.1; p(z_2) = 0.5; p(z_3) = 0.4 \text{ (oder kurz: } p_1, p_2, p_3)$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

- ▶ Es kann eine Probebohrung an einer zufällig ausgewählten Stelle des Geländes durchgeführt werden.
- ▶ Die Probebohrung liefert die Information (Signal):  
 $y_1 = \text{Öl}$     $y_2 = \text{kein Öl}$
- ▶ Wegen der Zufälligkeit muss gelten:

$$p(y_1|z_1) = 0.9, \quad p(y_2|z_1) = 0.1$$

$$p(y_1|z_2) = 0.3, \quad p(y_2|z_2) = 0.7$$

$$p(y_1|z_3) = 0, \quad p(y_2|z_3) = 1$$

- ▶ Was folgt für die (Aposteriori-) Einschätzung bezüglich des Umweltzustandes, wenn das Ergebnis der Probebohrung vorliegt?  $\Rightarrow$  Satz von Bayes:

$$p(z_i|y_j) = \frac{p(y_j|z_i) \cdot p(z_i)}{\sum_k p(y_j|z_k) \cdot p(z_k)}$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Angenommen, die Probebohrung liefert die Information  $y_1$  („Öl“). Wie hoch ist dann die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass ein vielversprechendes Ölfeld vorliegt (Zustand  $z_1$ )?

$$\begin{aligned} p(z_1|y_1) &= \frac{p(y_1|z_1) \cdot p(z_1)}{\sum_{k=1}^3 p(y_1|z_k) \cdot p(z_k)} \\ &= \frac{0.9 \cdot 0.1}{0.9 \cdot 0.1 + 0.3 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.4} = \frac{0.09}{0.24} = 0.375 \end{aligned}$$

Auf diese Weise lassen sich alle Aposteriori-Wahrscheinlichkeiten berechnen. Im Fall der Information  $y_1$  sind diese:

$$p(z_1|y_1) = 0.375; \quad p(z_2|y_1) = 0.625; \quad p(z_3|y_1) = 0$$

Im Fall der Information  $y_2$ :

$$p(z_1|y_2) = 0.013; \quad p(z_2|y_2) = 0.461; \quad p(z_3|y_2) = 0.526$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Allgemein lässt sich sagen:

- ▶ Je stärker die Apriori-Erwartung sich auf wenige Zustände konzentriert, desto ähnlicher sind Apriori- und Aposteriori-Verteilung
- ▶ Je „überraschender“ die Information, desto stärker weichen Apriori- und Aposteriori-Verteilungen voneinander ab.
- ▶ Die Probebohrungen lassen sich wiederholen, so dass der Satz von Bayes iterativ angewendet wird („Bayesianisches Updating“). Die Aposteriori-Verteilung konvergiert dann immer mehr zu der „wahren“ Wahrscheinlichkeitsverteilung, die  $z_j$  charakterisiert.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

*Wieviel sollte man für die Probebohrung (das Screening) höchstens bezahlen, d.h. wieviel ist die Information wert?*

Mit und ohne die Information durch das Screening verhält sich der Akteur rational:

- ▶ Ohne Screening:  $s^*$  als Lösung von 
$$\max_{s_i \in \{s_1, s_2\}} \sum_k u(s_i, z_k) \cdot p(z_k).$$
- ▶ Mit Screening:  $s_j^{**}$  als Lösung von 
$$\max_{s_i \in \{s_1, s_2\}} \sum_k u(s_i, z_k) \cdot p(z_k | y_j) \text{ (nach dem Signal } y_j).$$

*Problem:* Es ist im vorhinein nicht klar, welches Signal  $y_j$  die Probebohrung liefern wird.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Unbedingte Wahrscheinlichkeit, dass das Signal  $y_k$  generiert wird:

$$p(y_j) = \sum_k p(y_j|z_k) \cdot p(z_k)$$

In unserem Zahlenbeispiel:

$$p(y_1) = 0.9 \cdot 0.1 + 0.3 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.4 = 0.24$$

$$p(y_2) = 0.1 \cdot 0.1 + 0.7 \cdot 0.5 + 1 \cdot 0.4 = 0.76$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Der Akteur weiß zwar, dass er sich je nach Ergebnis der Probebohrung optimal entscheiden wird, aber er kennt das Ergebnis der Probebohrung nicht.

„Im Mittel“ ist der erwartete (Netto-) Nutzen aus einer Probebohrung:

$$\sum_j p(y_j) \sum_k u(s_j^{**}, z_k) \cdot p(z_k | y_j) - C$$

mit  $C$  als den Kosten der Probebohrung. Für diese Kosten muss gelten:

$$\sum_j p(y_j) \sum_k u(s_j^{**}, z_k) \cdot p(z_k | y_j) - \sum_k u(s^*, z_k) \cdot p(z_k) > C$$

(maximale Zahlungsbereitschaft)

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Angenommen, der Gewinn (ohne Screeningkosten) sei in Abhängigkeit vom Umweltzustand wie folgt gegeben:

$u(s_i, z_j)$	$z_1$	$z_2$	$z_3$
$s_1$	3000	900	-2000
$s_2$	0	0	0

*Ohne Screening:*

$$E[u(s_1, \cdot)] = 0.1 \cdot 3000 + 0.5 \cdot 900 - 0.4 \cdot 2000 = -50 < 0 = E[u(s_2, \cdot)]$$

d.h. die optimale Entscheidung ist „nicht investieren“ ( $s_2$ ) mit der Auszahlung  $E[u(s^*, \cdot)] = 0$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

*Mit Screening:*

$$E[u(s_1, \cdot | y_1)] = 0.375 \cdot 3000 + 0.625 \cdot 900 - 0 \cdot 2000 = 1687.5$$

falls  $y_1 \Rightarrow$  Investiere! ( $s_1$ )

$$E[u(s_1, \cdot | y_2)] = 0.013 \cdot 3000 + 0.481 \cdot 900 - 0.526 \cdot 2000 = -580.1$$

falls  $y_2 \Rightarrow$  Investiere nicht! ( $s_2$ )

Vor Bekanntwerden des Signals ist also der erwartete Nutzen:

$$E[u(s_j^{**}, \cdot)] = 0.24 \cdot 1687.5 + 0.76 \cdot 0 = 405 > 0 = E[u(s^*, \cdot)]$$

In diesem Fall dürfen die Probebohrungskosten höchstens 405 betragen, da diese noch von  $E[u(s_j^{**}, \cdot)]$  abgezogen werden müssen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

- ▶ Es ist zu prüfen, ob das Unternehmen auch noch eine weitere Probebohrung durchführen sollte.
- ▶ Die neue Aposteriori-Verteilung wird „enger“ in der Nähe der alten Aposteriori-Verteilung liegen (die jetzt ja die neue Apriori-Verteilung ist). Der Wert der zusätzlichen Information wird abnehmen.
- ▶ Daraus lässt sich eine optimale Explorationsstrategie (hier: Zahl der Probebohrungen) ableiten.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

**Zur 2. Möglichkeit:** Selbstselektion bei Angebot unterschiedlicher Kontrakte

*Beispiel:* Produktivität  $\theta$  des Arbeiters sei dessen private Information.

Mas-Colell, A., Whinston, M.D., Green, J.R. (1995), *Microeconomic Theory*. Oxford University Press (Chapter 13.D)

Aus einem Kontinuum seien nur zwei Produktivitätslevel relevant:  $\theta \in \{\theta_L, \theta_H\}$  mit

$$\theta_H > \theta_L > 0$$

und es sei Wahrscheinlichkeit  $p(\theta_H) \in (0, 1)$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

*Problem:* Firmen können  $\theta$  nicht beobachten. Bieten sie einen an der Durchschnittsproduktivität orientierten Lohnsatz an, kommt es zur adversen Selektion.

*Selbstselektion:* Neben dem Lohnsatz  $w$  kann die Firma den Schwierigkeitsgrad der Arbeitsaufgabe  $t \geq 0$  festlegen. Dabei habe  $t$  keinen Einfluss auf den Output. Ein steigender Schwierigkeitsgrad wirke auf beide  $\theta$ -Typen unterschiedlich.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

- ▶ Die Firmen maximieren ihren erwarteten Gewinn  $E[\pi] = E[\theta] - w$ , wobei  $w$  durch Bertrand-Wettbewerb bestimmt wird. Daher gilt stets  $w = E[\theta]$ .
- ▶ Sie bieten unterschiedliche Arbeitsverträge  $(w, t)$  an, von denen sich die Arbeiter einen aussuchen können. *Idee*: Durch die Wahl des Arbeitsvertragstyps offenbart der Arbeiter seinen Produktivitätstyp.
- ▶ Nutzen des Arbeiters:

$$u(w, t|\theta) = w - c(t, \theta)$$

mit  $c(\cdot)$  als "Kostenfunktion" (Arbeitsanstrengung).

- ▶ Es gelte:  $\partial c / \partial t > 0$ ,  $\partial^2 c / \partial t^2 > 0$  und  $\partial c / \partial \theta < 0$  und  $\partial^2 c / (\partial t \partial \theta) < 0$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

#### *Stufen des Screening-Spiels:*

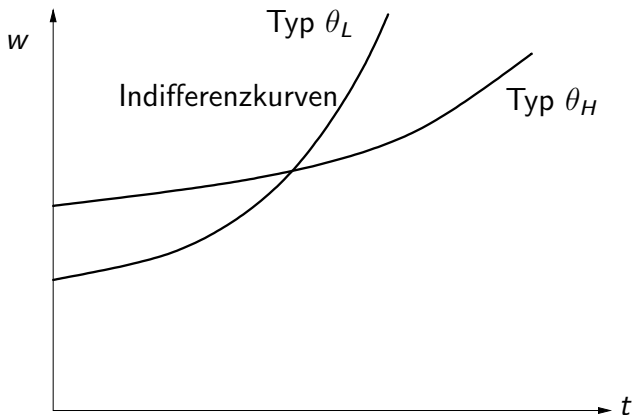
- ▶ Die Firma bietet (unter Bertrandwettbewerb auf dem Arbeitsmarkt) eine endliche Menge von Arbeitskontrakten  $(w, t)$  an.
- ▶ Die Arbeiter jeden Typs wählen einen Kontrakt aus (oder auch nicht). Im Fall von Indifferenz sei angenommen, dass jeweils der Kontrakt mit geringerem  $t$  bzw. ein Kontrakt gegenüber der Arbeitslosigkeit vorgezogen wird.

Unter den getroffenen Annahmen kann die Nutzenfunktion eines Arbeiters als Indifferenzkurvenschema im  $(w, t)$ -Raum dargestellt werden. Aufgrund der getroffenen Annahmen verlaufen diese beim  $\theta_L$ -Typ steiler als beim  $\theta_H$ -Typ.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Alle Kontrakte oberhalb der jeweiligen Indifferenzkurve werden akzeptiert (d.h. Indifferenzkurven repräsentieren das Reservationsnutzenniveau).



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Wäre der  $\theta$ -Typ beobachtbar, dann wäre die einzige Lösung, einen Arbeitsvertrag ( $w = \theta_i, 0$ ) anzubieten ( $\rightarrow$  Warum?)

Zwei denkbare Typen von Gleichgewicht:

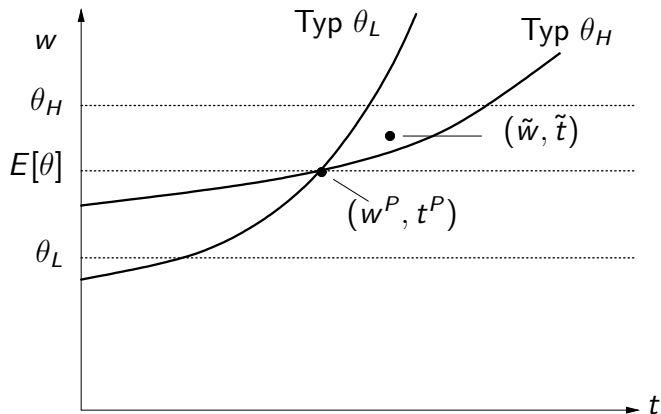
- ▶ *Pooling-Gleichgewicht*: Alle Arbeiter (unterschiedlichen Typs) wählen denselben Kontrakt. Dann bleibt ihr Typ weiterhin private Information.
- ▶ *Separating-Gleichgewicht*: Die Arbeiter wählen jeweils einen unterschiedlichen Kontrakt, der für ihren jeweiligen Typ optimal ist.

Aufgrund der Bertrand-Wettbewerb-Annahme kann bei keinem der Gleichgewichte ein positiver Gewinn entstehen, d.h. es entspricht stets  $w$  der (erwarteten) Produktivität.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

*Aussage:* Unter diesen Annahmen existiert kein Pooling-Gleichgewicht!



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

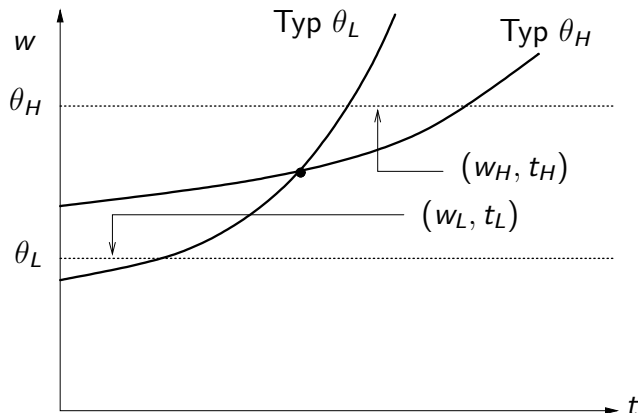
*Beweisskizze:*

- ▶ Pooling bedeutet unter der Nullgewinnbedingung, dass  $w = E[\theta]$  gelten muss.
- ▶ Liegt der Schnittpunkt der Indifferenzkurven nicht auf der  $E[\theta]$ -Linie, so würde ganz offensichtlich in diesem Szenario ein Separating-Gleichgewicht existieren (nämlich indem das Aufgabenniveau  $t$  marginal erhöht wird).
- ▶ Angenommen,  $(w^P, t^P)$  sei ein Pooling-Gleichgewicht.
- ▶ Dann kann eine Firma durch Angebot eines Vertrages  $(\tilde{w}, \tilde{t})$  (innerhalb des oberen "Keils") einen Anreiz für die  $\theta_H$ -Typen setzen, zu diesem Vertrag zu wechseln, d.h.  $(w^P, t^P)$  ist kein Gleichgewicht. Die  $\theta_L$ -Typen werden diesen Kontrakt nicht annehmen.
- ▶ Da durch die Annahmen bedingt stets ein solcher "Keil" existieren muss, kann es kein Pooling-Gleichgewicht geben.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

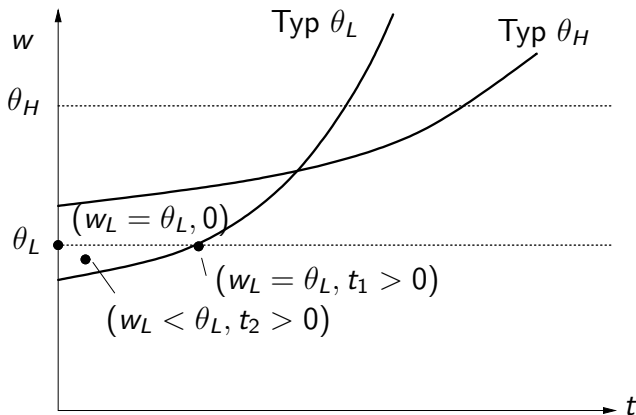
Es gibt hier also nur Trenngleichgewichte. Die Kontrakt der Geringproduktiven müssen in dem unteren "Keil", die der Hochproduktiven im oberen "Keil" liegen.



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Außerdem gilt die Nullgewinnbedingung, d.h.  $w_L = \theta_L$  und  $w_H = \theta_H$ . Für den Geringproduktiven folgt daraus, dass er im Separating-Gleichgewicht den Vertrag  $(w_L = \theta_L, 0)$  erhält.



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

*Beweisskizze:*

- ▶ Für jeden Kontrakt mit  $(w_L = \theta_L, t > 0)$  existiert ein aus Sicht der Arbeiter attraktiverer Vertrag mit geringerem Lohnsatz und somit positivem Gewinn.
- ▶ Durch den Wettbewerb ziehen andere Firmen nach, so dass sich der Gewinn verringert.
- ▶ Durch marginale Erhöhung von  $w_L$  kann die Firma dann wieder das komplette Arbeitsangebot auf sich ziehen.
- ▶ Der einzige Kontrakt, bei dem keine Firma einen Anreiz zum Angebot eines attraktiveren Vertrages hat, ist  $(w_L = \theta_L, t = 0)$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

Für den Hochproduktiven gilt, dass er in jedem Separating-Gleichgewicht einen Arbeitsvertrag mit  $(w_H = \theta_H, \tilde{t}_H)$  bekommt, wobei  $\tilde{t}_H$  die Lösung von

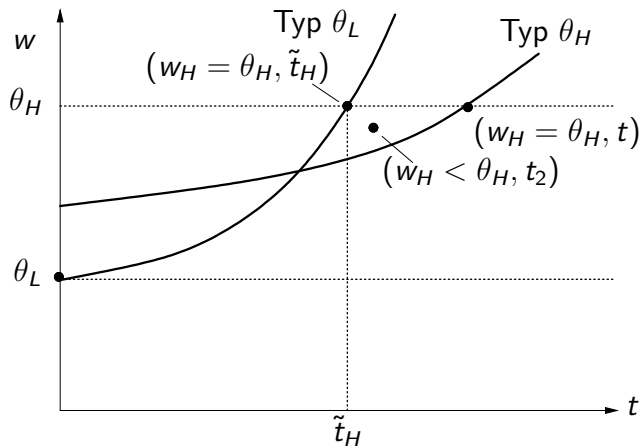
$$\theta_H - c(\tilde{t}_H, \theta_L) = \theta_L - c(0, \theta_L)$$

ist (vgl. Grafik). Das  $\tilde{t}_H$  ist also so hoch, dass ein Geringproduktiver  $\theta_L$  diesen Vertrag  $(\theta_H, \tilde{t}_H)$  gerade so nicht mehr akzeptieren würde.

*Beweisskizze:* Analog zu dem Fall der Geringproduktiven. Weiter als  $\tilde{t}_H$  darf der Schwierigkeitsgrad  $t$  nicht sinken, weil dann auch die Geringqualifizierten einen Anreiz bekämen, diesen Vertrag zu akzeptieren, so dass das Separating-Gleichgewicht zusammenbricht.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

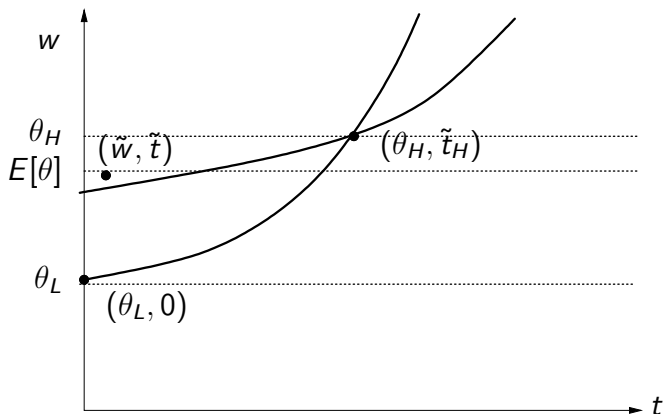
Die bisherigen Aussagen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▶ Unter diesen Annahmen existiert kein Pooling-Gleichgewicht.
- ▶ In einem Separating-Gleichgewicht werden die Arbeitsverträge  $(w_L = \theta_L, 0)$  sowie  $(w_H = \theta_H, \tilde{t}_H)$  angeboten und akzeptiert. Die Informationsasymmetrie wird so aufgehoben.

Allerdings können auch Fälle auftreten, in denen keines dieser Gleichgewichte existiert!

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

In diesem Szenario hat eine Firma einen Anreiz, von den Kontrakten  $(\theta_L, 0)$  und  $(\theta_H, \tilde{t}_H)$  abzuweichen und z.B.  $(\tilde{w}, \tilde{t})$  anzubieten. Dieser Vertrag ist für beide Typen attraktiv. Somit kann diese einzelne Firma den Typ zwar nicht mehr unterscheiden, aber der Lohnsatz liegt knapp unter  $E[\theta]$  (= Gewinn)!

Wegen dieses Anreizes werden alle Firmen Verträge in diesem Bereich anbieten, wodurch sich der Gewinn in dieser Pooling-Situation drastisch verringert und durch Bertrandwettbewerb auf Null sinkt.

Angenommen, alle Firmen bieten den Pooling-Vertrag an. Für den letzten einzustellenden Arbeiter ist es dann aber sinnvoll, zwei Separating-Verträge anzubieten, von denen dann einer auch gewählt werden wird, da der lukrativere Pooling-Vertrag nicht mehr zur Verfügung steht.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

#### Zusammenfassung:

- ▶ Screening kann durch aktive Einholung weiterer Informationen durch den Uninformierten erfolgen (1. Möglichkeit, Beispiel: Probebohrungen).
- ▶ Screening kann durch Selbstselektion erfolgen, indem geschickt solche Vertragstypen angeboten werden, die jeweils nur von bestimmten Typen akzeptiert werden können. Dadurch kommt es zu einem Anreiz, den eigenen Typ *glaubwürdig* zu offenbaren (2. Möglichkeit, Beispiel Arbeitsverträge).
- ▶ Während im ersten Fall das Kostenargument einer vollständigen Informationsoffenbarung gegenübersteht, gibt es im zweiten Fall das Problem, dass Trenngleichgewichte nicht unbedingt existieren müssen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.3 Screening und Selbstselektion

In der Praxis gibt es viele Beispiele für Selbstselektion (oft mit dem Ziel der Preisdiskriminierung):

- ▶ KfZ-Versicherungsverträge mit unterschiedlichen Fahrleistungen und Selbstbehalten.
- ▶ Angebot von Software in unterschiedlichen Bündeln (z.B. Betriebssystem mit/ohne Office-Paket, mit unterschiedlichen Supportverträgen)
- ▶ Bücher in Paperback oder Hardcover
- ▶ Musik auf CD oder als kostenpflichtiger Download
- ▶ Partnervermittlung mit speziellem (teurerem) Angebot für Akademiker
- ▶ Stellenangebote mit übertriebenen Forderungen

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

*Definition:* Der informierte Akteur investiert in ein Signal, das die Erwartungen des uninformierten Akteurs bezüglich der privaten Information beeinflusst. D.h. der besser informierte Akteur signalisiert (s)einen Typ.

Der uninformierte Akteur wird ggf. seine Erwartungen gemäß der Regel von Bayes entsprechend anpassen. Das setzt voraus, dass unterschiedliche Akteure auch unterschiedliche Signale senden.

*Achtung:* Aus strategischen Gründen kann ein Anreiz bestehen, einen falschen Typ zu signalisieren, d.h. das Signal eines anderen Typs zu imitieren. In dem Fall verliert das Signal seinen Informationsgehalt. Die Kosten des Signalerwerbs können evtl. vor der Imitation schützen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Job-Market-Signalling

- ▶ Ist die Produktivität eines Arbeitsanbieters dessen private Information, und bietet das Unternehmen daher nur einen Lohnsatz, der sich an der Durchschnittsproduktivität orientiert, kann es zur *adversen Selektion* kommen!
- ▶ Die Arbeitsanbieter investieren in ein *Signal*, welches ihre hohe Produktivität deutlich macht, z.B. Hochschulabschluss.
- ▶ Der Erwerb des Signals verursacht *Kosten*. Diese müssen bei Hoch- und Niedrigqualifizierten unterschiedlich sein, denn sonst investieren auch die Niedrigqualifizierten in dasselbe Signal.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Modellstruktur:

- ▶ Arbeiter verfügen über eine Qualifikation  $\eta$ , welche hoch ( $\eta = \eta_H$ ) oder niedrig ( $\eta = \eta_L$ ) sein kann. Die Apriori-Wahrscheinlichkeit für  $\eta_H$  sei  $q = q_0$ . Diese sei gemeinsames Wissen (common knowledge).
- ▶ Die Arbeiter kennen ihre Qualifikation (private Information) und wählen ein Ausbildungsniveau  $e > 0$ . Dies verursacht Kosten  $c(\eta, e)$  und hat Einfluss auf die Produktivität  $y(\eta, e)$ .
- ▶ Die Unternehmen beobachten das Signal  $e$  und können eventuell Rückschlüsse auf die Qualifikation  $\eta$  ziehen. Sie werden daraufhin einen Lohnsatz  $w(e)$  anbieten. Der Wettbewerb der Unternehmen um Arbeitskräfte sorgt dafür, dass der Lohnsatz der erwarteten Produktivität entspricht:

$$w(e) = E[y(\eta, e)]$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Sequenzielle Spielsruktur:

- ▶ Zuerst entscheiden sich die Arbeiter für ein Bildungsniveau  $e$  auf der Basis ihrer Erwartungen über die Entscheidungen der Arbeiter beider Typengruppen und ihrer Erwartungen über die daraus folgenden Lohnangebote.
- ▶ Danach geben die Unternehmen ein Lohnangebot ab, was die Arbeiter annehmen können oder nicht.

#### Was bedeutet (sequenzielles) „Gleichgewicht“?

- ▶ Gegeben die (subjektiven) Erwartungen werden in jeder denkbaren Spielsituation stets (wechselseitig) optimale Entscheidungen getroffen.
- ▶ Die Erwartungen werden durch den tatsächlich realisierten Spielverlauf bestätigt. (self-fulfilling).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

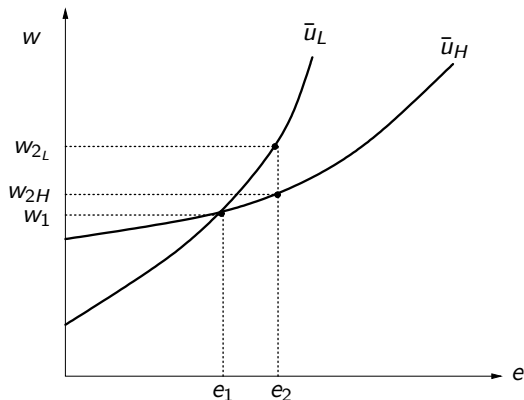
Es sei angenommen, dass es einem Geringqualifizierten schwerer fällt, das Ausbildungssignal zu erwerben, d.h. es verursacht höhere Grenzkosten:

$$\frac{\partial c(\eta_L, e)}{\partial e} > \frac{\partial c(\eta_H, e)}{\partial e}$$

Payoff:

$$u(w, e) = w - c(\eta, e)$$

Aus der Annahme folgt ein unterschiedlicher Anstieg der Indifferenzkurven im  $(e, w)$ -Raum.



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

- ▶ Es wurde angenommen, dass Bildung die Produktivität erhöht (das Modell funktioniert allerdings auch ohne diese Annahme!).
- ▶ Der marginale Effekt der Bildung auf die Produktivität sei konstant und für Hochqualifizierte höher als für Geringqualifizierte:

$$\frac{\partial y(\eta_H, e)}{\partial e} = \bar{z}_H > \frac{\partial y(\eta_L, e)}{\partial e} = \bar{z}_L$$

- ▶ Wird entsprechend der tatsächlichen Produktivität entlohnt, so ist der Zusammenhang

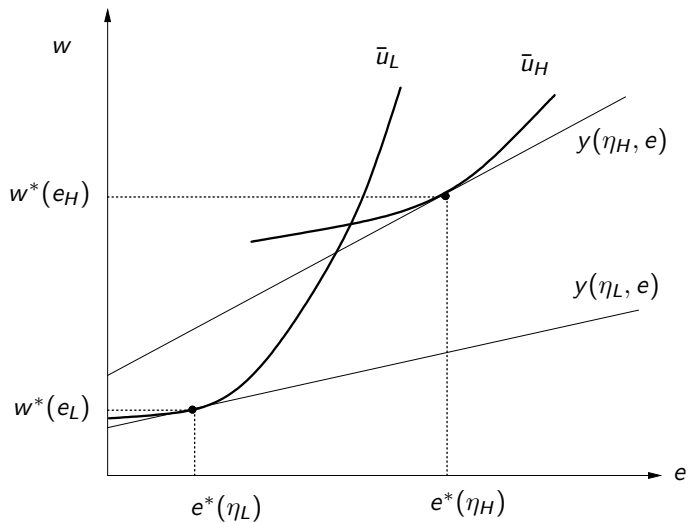
$$w = y(\eta, e)$$

eine Gerade im  $(e, w)$ -Raum.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

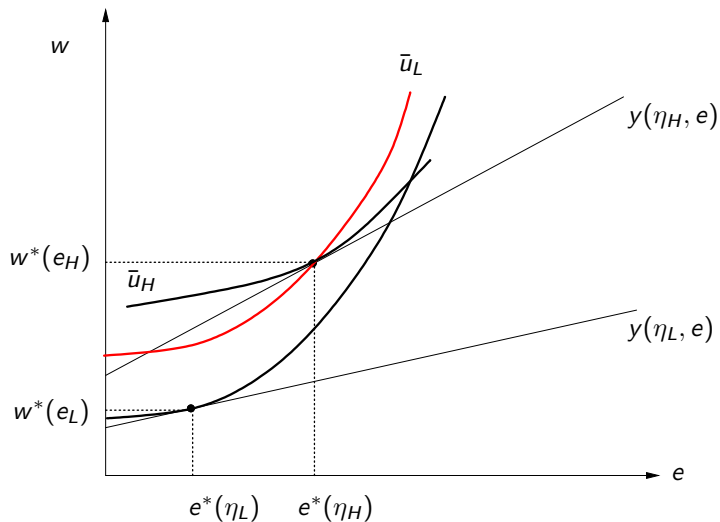
Szenario 1: Gleichgewicht



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

Szenario 2: kein Gleichgewicht



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Zwei Szenarien:

► *Szenario 1:*

Hoch und Geringqualifizierte wählen jeweils das optimale Ausbildungsniveau  $e^*(\eta_H)$  bzw.  $e^*(\eta_L)$ . Die unterschiedliche Bildungswahl offenbart ihr Qualifikationsniveau  $\eta$ .

Dementsprechend wählen die Unternehmen die optimalen Lohnsätze  $w^*(\eta_H)$  bzw.  $w^*(\eta_L)$ .

► *Szenario 2:*

Die Geringqualifizierten haben einen Anreiz, ebenfalls das hohe Bildungsniveau  $e^*(\eta_H)$  zu wählen (Imitation), weil der hohe Lohnsatz ihre Bildungskosten überkompensiert („falsches Signal“)  $\Rightarrow$  kein Gleichgewichtszustand!

Da das Signal keine Information liefert, muss sich das Unternehmen wiederum an der Durchschnittsproduktivität orientieren und wird daher nicht  $w^*(e_H)$  anbieten.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Bedingungen für ein Gleichgewicht:

- ▶ Die Unternehmen wählen den optimalen Lohnsatz entsprechend der erwarteten Produktivität. Diese wird nach der Regel von Bayes gebildet:  $q = q(\eta_H|e)$ . Der angebotene Lohnsatz ist dementsprechend

$$w(e) = E[y(\eta, e)] = q(\eta_H|e)y(\eta_H, e) + (1 - q(\eta_H|e))y(\eta_L, e)$$

Wählen beide Arbeiter dasselbe Ausbildungssignal, so liefert dieses keinerlei Informationen. Dann entspricht  $w(e) = \bar{y} = q_0y(\eta_H, e) + (1 - q_0)y(\eta_L, e)$  der Durchschnittsproduktivität.

- ▶ Die Arbeiter wählen ein optimales Ausbildungsniveau, wobei sie das Verhalten beider Arbeitergruppen und das Verhalten der Unternehmen antizipieren müssen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

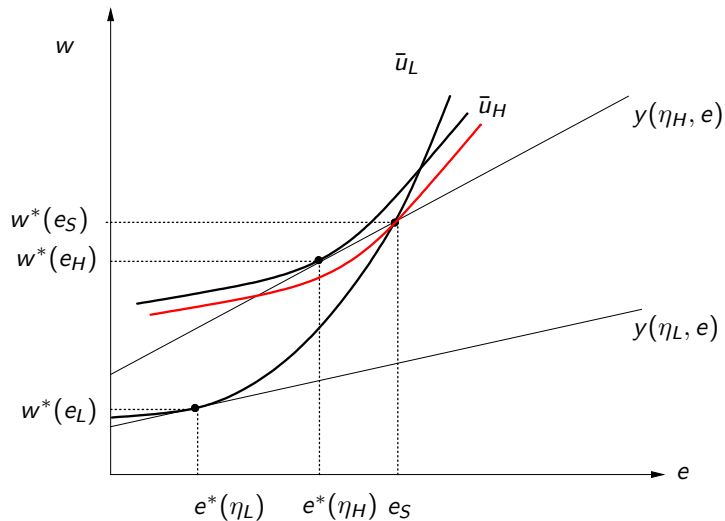
#### Zwei Gleichgewichtstypen:

#### 1. Separating-Gleichgewicht (Trenn-Gleichgewicht):

- ▶ Beide Arbeitergruppen wählen ein unterschiedliches Ausbildungsniveau, d.h. das Signal trennt beide Typen. Dementsprechend werden zwei unterschiedliche Lohnsätze vereinbart.
- ▶ In Szenario 1 ist dies der Fall. Hier gilt für die Erwartungen der Unternehmen  $q(\eta_H|e) = 1$  für alle  $e \geq e_H^*$  und  $q(\eta_H|e) = 0$  sonst. Aber auch in Szenario 2 ist eine Trennung möglich, indem Hochqualifizierte ein Ausbildungsniveau  $e > e_S$  wählen (vgl. Abbildung). Dies führt zwar zu einer kleinen Nutzeneinbuße, verhindert aber die Imitation durch Geringqualifizierte und somit einen Durchschnittslohnsatz. Für die Erwartungen der Unternehmen gilt hier  $q(\eta_H|e) = 1$  für  $e > e_S$  und Null sonst.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### 2. Pooling-Gleichgewicht:

- ▶ Beide Arbeitergruppen wählen dasselbe Ausbildungsniveau  $e_P$ . Die optimale Reaktion der Unternehmen darauf ist es, den Durchschnittslohnsatz

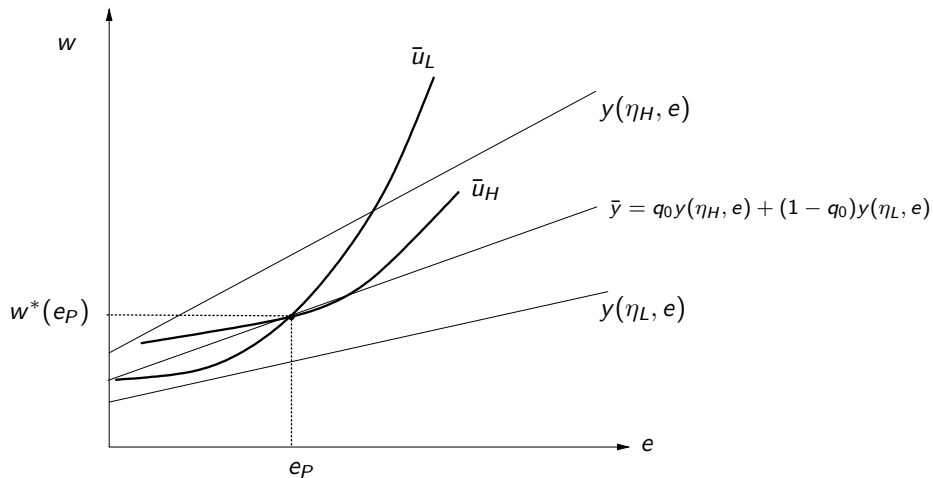
$$w(e_P) = \bar{y} = q_0 y(\eta_H, e_P) + (1 - q_0) y(\eta_L, e_P)$$

anzubieten.

- ▶ Damit dies ein *Gleichgewicht* ist, muss definiert sein, was die Unternehmen im Fall  $e \neq e_P$  erwarten. Es sei angenommen, dass  $q(\eta_H|e) = 0$  für alle  $e \neq e_P$  und  $q_0$  sonst. Das mag wenig plausibel sein, ist aber konsistent mit dem Konzept Bayesianischer Rationalität.
- ▶ Folglich wird bei der Wahl von  $e \neq e_P$  niedrig entlohnt:  $w(e) = y(\eta_L, e)$ . Daher besteht für Hoch- und Geringqualifizierte kein Anreiz, von  $e_P$  abzuweichen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Problem:

- ▶ Unter diesen Annahmen kann jeder Punkt auf der  $\bar{y}$ -Geraden ein Pooling-Gleichgewicht sein.
- ▶ Problem der *Gleichgewichtsauswahl*, d.h. kann man strengere Anforderungen an die Unternehmenserwartungen stellen, um die Zahl möglicher Gleichgewichte zu verringern?

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Weitere Anmerkungen:

- ▶ Die Überlegungen gelten auch dann, wenn die Ausbildung überhaupt keinen Einfluss auf die Produktivität hat.
- ▶ Es besteht die Möglichkeit, dass Spieler eines Typs mit einer gewissen *Wahrscheinlichkeit* den Ausbildungsstand des anderen Typs imitieren („gemischte Strategie“, „Hybrid-Gleichgewicht“).
- ▶ Es besteht die Möglichkeit, weitere (diskriminierende) Merkmale zur Lohndifferenzierung heranzuziehen  $\Rightarrow$  Aktivität geht dann aber vom Unternehmen aus (Screening).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Kritik:

- ▶ Das Modell bildet natürlich nicht die tatsächlichen Prozesse der Lohnbildung und Bildungswahl ab. Es fokussiert allerdings einen wichtigen Aspekt: die *Signalwirkung von Bildung*.
- ▶ Empirisch gesehen korrelieren Lohnsätze und Bildungsniveau. Das kann verschiedene Ursachen haben, aber die Theorie steht somit nicht im Widerspruch zur Empirie.
- ▶ Die stilisierten Verhaltensannahmen sind sehr streng. Zwar werden Erwartungen empirisch oft in plausibler Weise entsprechend neuer Signale angepasst, jedoch nicht (präzise) nach der Regel von Bayes. Das Konzept des sequenziellen Gleichgewichts dürfte somit empirisch wenig bedeutsam sein.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.4 Signalling

#### Literatur:

- ▶ Spence, M. (1973), Job Market Signalling. *Quarterly Journal of Economics* Vol. 87, 393-410.
- \* Roth, S. (2001), Screening- und Signalling-Modelle. *WiSt* Heft 7, 372-378.

#### Vertiefende Literatur:

- ▶ Wolfstetter, E. (1999), *Topics in Microeconomics*. Cambridge University Press (Kapitel 10.1-10.3)
- ▶ Mas-Colell, A., Whinston, M.D., Green, J.R. (1995), *Microeconomic Theory*. Oxford University Press (Kapitel 13.D)

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### Literatur:

- ▶ Wolfstetter, E. (1999), *Topics in Microeconomics*. Cambridge University Press (Kapitel 11)
- ▶ Meinhövel, H. (2004), Grundlagen der Principal-Agent-Theorie. *WiSt* Heft 8/2004, S.470-475.

#### Ausgangspunkt:

Bisher haben wir uns mit adverser Selektion, Screening und Signalling im Zusammenhang mit hidden characteristics beschäftigt. Das Verhalten unter asymmetrischer Information bezog sich auf eine *vorvertragliche* Situation. Die Frage war, unter welchen Bedingungen es zu einem (effizienten) Vertragsabschluss kommen kann. Jetzt aber geht es um die Frage des *nachvertraglichen* Opportunismus aufgrund von hidden action.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### **Hidden Action:**

Handlungen eines Vertragspartners können nicht vom anderen Vertragspartner beobachtet werden. Diese Informationsasymmetrie kann *opportunistisch* ausgenutzt werden, weshalb man auch von **moral hazard** spricht. Dies muss bei der Vertragsgestaltung berücksichtigt werden.

Beispiele für hidden action wurden in Kapitel 1 aufgeführt.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

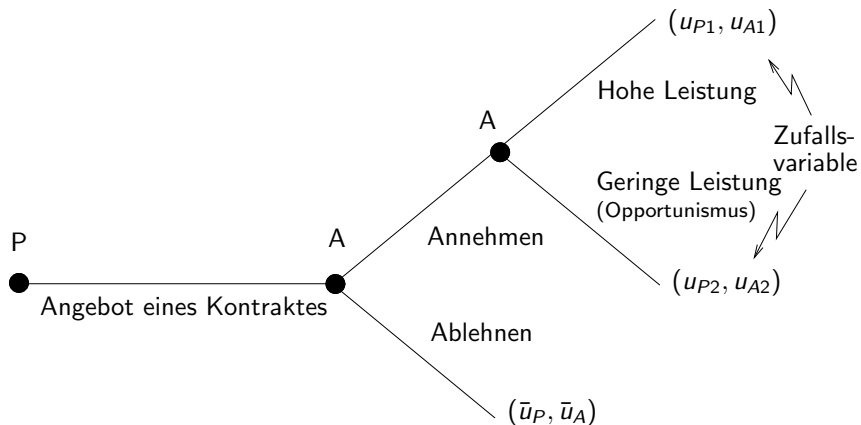
Es werden im Folgenden **Prinzipal-Agenten-Strukturen** betrachtet. In der klassischen Form sieht diese aus wie folgt:

- ▶ Der *Prinzipal* bietet einen Vertrag an, bei dem eine Leistung in Auftrag gegeben und bezahlt wird.
- ▶ Der *Agent* kann den Vertrag annehmen und die Leistung ausführen und dafür den Geldbetrag erhalten. Andernfalls lehnt er den Vertrag ab und behält seinen Reservationsnutzen.

Im Einzelfall kann die Rollenverteilung aber abweichen: Bei Versicherungen etwa bezahlt der Versicherungsnehmer die Versicherung für eine Leistung, aber er selbst kann das Risiko durch eigenes (opportunistisches) Handeln beeinflussen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

- ▶ Die zentrale Frage ist, welche *Leistungsanreize* der Vertrag setzt, und welche *Risikoverteilung* auf Prinzipal und Agent er vorsieht.
- ▶ Für die Untersuchung spielt die Frage der Risikoneigung und der Haftung/Verantwortlichkeit eine zentrale Rolle.
- ▶ Beispiel: Prinzipal und Agent sind risikoneutral, der Agent ist für seine Handlungsergebnisse voll verantwortlich.
  - ▶ Die Lösung ist trivial: Prinzipal bietet einen Vertrag an, bei dem der Agent eine fixierte Leistung erbringt (z.B. eine Leasinggebühr entrichtet). Der Agent hat einen Anreiz, das höchstmögliche Anstrengungsniveau zu wählen, da dies den Nettonutzen maximiert. Er trägt das volle Risiko, was aber wegen der Risikoneutralität unproblematisch ist. Die Höhe der Gebühr setzt der Prinzipal gewinnmaximierend fest, d.h. so dass der Agent den Kontrakt gerade noch akzeptieren wird.
  - ▶ Komplexer wird das Problem z.B. bei Risikoaversion.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### Beispiel für Prinzipal-Agenten-Problem (PAP):

- ▶ Der Agent kann zwischen zwei Anstrengungsniveaus wählen:  
 $a \in \{a_h, a_l\}$  mit  $a_h > a_l$ .
- ▶ Das Ergebnis kann zwei Zustände annehmen:  
 $z \in \{good, bad\}$ . Die Eintrittswahrscheinlichkeit  
 $p_i = \text{prob}(z = good)$  wird durch die Handlungen des Agenten  
beeinflusst:  $p_i \in \{p_h, p_l\}$  mit  $1 > p_h > p_l > 0$ .
- ▶ Der Prinzipal kann zwar das Ergebnis beobachten, nicht aber  
die Handlung des Agenten. Er kann nicht wissen, mit welcher  
Wahrscheinlichkeit das Ergebnis eingetreten ist.
- ▶ Die Brutto-Auszahlungen des Prinzipalen sind  $y \in \{y_g, y_b\}$   
mit  $y_g > y_b$ .
- ▶ Der Prinzipal bietet einen Vertrag an:  $C = \{w_g, w_b, a_i\}$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Die *Erwartungsnutzenfunktionen des Agenten*:

$$u_A = p_i u(w_g) + (1 - p_i) u(w_b) - c(a_i), \quad i \in \{h, l\}$$

mit  $c(a_h) > c(a_l)$  als den Kosten der Anstrengung und  $u(\cdot)$  als Nutzenfunktion mit *Risikoaversion*.

Die *Erwartungsnutzenfunktion des Prinzipalen* ist:

$$u_P = p_i (y_g - w_g) + (1 - p_i) (y_b - w_b), \quad i \in \{h, l\}$$

d.h. es wird *Risikoneutralität* angenommen.

Zwei extreme Vertragstypen:

- ▶ *Fixed-wage Contract*: Es ist  $w_g = w_b$ . Der Prinzipal trägt das volle Risiko, und der Agent kein Risiko.
- ▶ *Franchise Contract*: Es ist  $y_g - w_g = y_b - w_b$ . Der Prinzipal trägt kein Risiko, der Agent das volle Risiko.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Es gelten folgende Spielregeln:

- ▶ Der Prinzipal legt ein Entlohnungsschema  $\{w_g, w_b\}$  fest.
- ▶ Der Agent akzeptiert den Vertrag oder nicht. In letzterem Fall erhält er einen Reservationsnutzen  $\bar{u}_A$ .
- ▶ Akzeptiert der Agent den Vertrag, wählt er ein Anstrengungsniveau  $a_h$  oder  $a_l$ .
- ▶ Die Natur realisiert einen Zustand  $z \in \{good, bad\}$  mit  $p_i = \text{prob}(good)$  und  $1 - p_i$  mit  $i \in \{h, l\}$ .

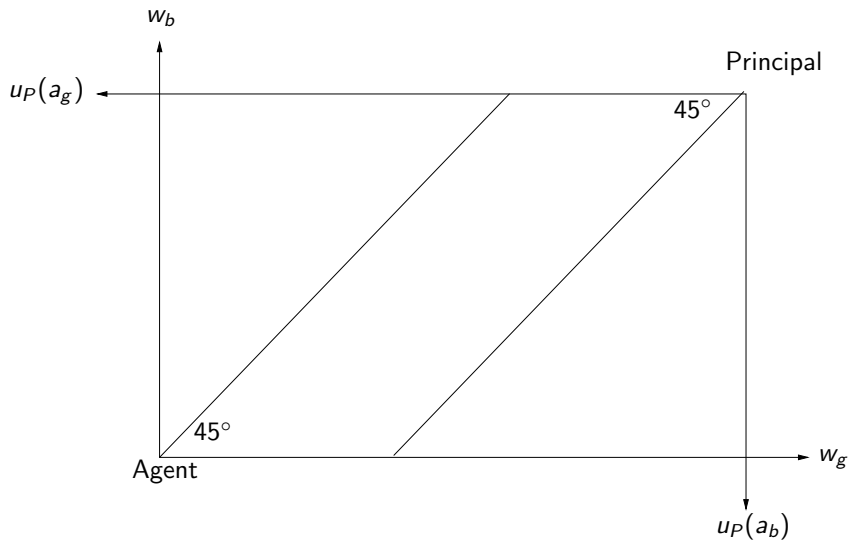
## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

- ▶ Die Situation kann in einer **Edgeworth-Box** analysiert werden, an deren Achsen  $w_g, w_b$  bzw.  $u_{Pg}, u_{Pb}$  abgetragen ist. Falls  $z = good$ , dann markieren die Extreme  $(w_g = 0, u_{Pg} = y_g)$  sowie  $(w_g = y_g, u_{Pg} = 0)$  die eine Seite der Box, und für  $z = bad$  werden analog die anderen beiden Seiten der Box bestimmt.
- ▶ Im Fall des fixed wage contract ( $w_g = w_b$ ) bewegt man sich entlang der 45°-Gerade aus dem Ursprung des Agenten.
- ▶ Im Fall des franchise contracts ( $u_{Pg} = y_g - w_g = y_b - w_b = u_{Pb}$ ) bewegt man sich entlang der 45°-Gerade aus dem Ursprung des Prinzipals.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Innerhalb der Edgeworthbox verlaufen die **Indifferenzkurven** beider Vertragspartner.

Wegen der Risikoneutralität verlaufen diese beim *Prinzipalen linear*:

$$\begin{aligned} du_P &= -p_i dw_g - (1 - p_i) dw_b = 0 \\ \Rightarrow -\frac{dw_b}{dw_g} &= \frac{p_i}{1 - p_i} = MRS_P, \quad i \in \{h, l\} \end{aligned}$$

Je nach Anstrengungsniveau ist  $p_h > p_l$ , so dass die Indifferenzkurven eine unterschiedliche Steigung haben.

Wegen der Risikoaversion verlaufen die Indifferenzkurven des *Agenten konvex*:

$$\begin{aligned} du_A &= p_i u'(w_g) dw_g + (1 - p_i) u'(w_b) dw_b = 0 \\ \Rightarrow -\frac{dw_b}{dw_g} &= \frac{p_i}{1 - p_i} \frac{u'(w_g)}{u'(w_l)} = MRS_A. \end{aligned}$$

Auch hier sind die Kurven je nach  $p_i$  unterschiedlich steil.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

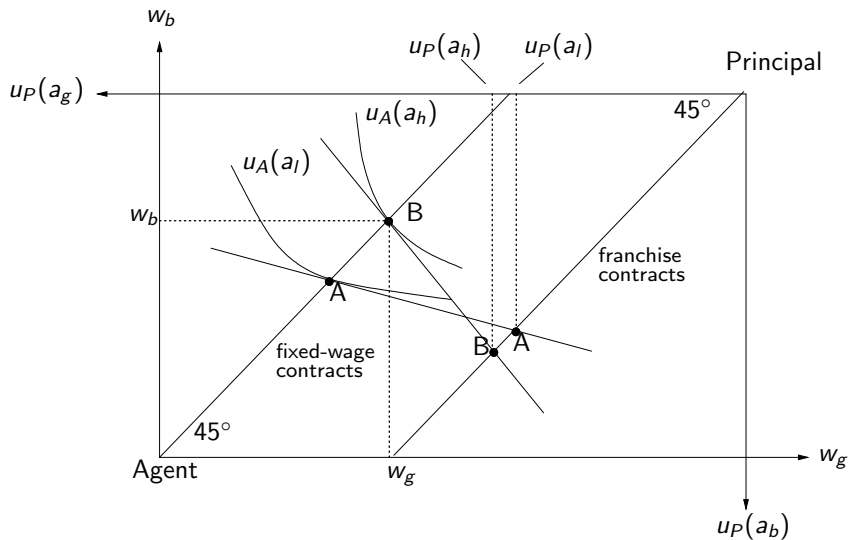
#### Szenario ohne hidden action

(vollkommene Information bezüglich  $a_i$ ):

- ▶ Wie sieht ein optimaler Kontrakt  $C = \{w_g, w_b, a_i\}$  aus, der eine effiziente Lösung generiert?
- ▶ Es muss gelten:
  - ▶ Die Grenzraten der Substitution (MRS), d.h. die Steigungen der Indifferenzkurven von Prinzipal und Agent sind identisch.
  - ▶ Der Prinzipal wird eine Entlohnung wählen, bei der der Agent gerade noch gewillt ist, den Vertrag zu akzeptieren, d.h.  $u_A(a_i) = \bar{u}_A$ . Das Anstrengungsniveau  $a_i$  maximiert den Nutzen des Prinzipalen.
- ▶ Aus  $MRS_A = MRS_P$  folgt unmittelbar  $u'(w_g) = u'(w_b)$ , was wiederum  $w_g = w_b$  impliziert. D.h. bei vollkommener Information erhält der Agent ein sicheres Einkommen.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

- ▶ Für  $a_h$  und somit  $p_h$  verlaufen die Indifferenzkurven beider Agenten steiler als bei  $a_l$  und somit  $p_l$ .
- ▶ In  $A$  und  $B$  liegen jeweils Tangentialpunkte mit den linearen Indifferenzkurven des Prinzipalen und den konvexen Indifferenzkurven des Agenten.
- ▶ Den (erwarteten) Nutzen des Prinzipalen kann man an der Stelle ablesen, wo dessen Indifferenzkurve die  $45^\circ$ -Linie aus seinem Ursprung schneidet (franchise contracts).
- ▶ Es ist zu erkennen, dass ein Kontrakt im Punkt  $B$  effizient ist. Es wird also  $a = a_h, w_g = w_b, u_A = \bar{u}_A, u_P = u_{Ph}$  realisiert.
- ▶ Aufgrund der vollkommenen Information ist ein moral hazard nicht möglich.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### Szenario mit hidden action:

Vorgehensweise:

- Schritt 1** Finde für beide Anstrengungsniveaus  $a_i$  jeweils das Entlohnungsschema, welches  $a_i$  induziert und gleichzeitig die geringsten (erwarteten) Lohnkosten verursacht.
- Schritt 2** Finde dasjenige Anstrengungsniveau  $a_i$ , welches den Nutzen des Prinzipalen maximiert, gegeben die Implementationskosten gemäß Schritt 1.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Angenommen, es wird das niedrige Niveau  $a_l$  angesteht. Dann ist das Entlohnungsschema trivial:

- ▶ Setze  $w_g = w_b$  (Festeinkommen) dergestalt, dass  $u_A(a_l) = \bar{u}_A$  (entspricht Punkt A in der vorigen Abbildung).
- ▶ Es gibt dann für den Agenten keinerlei Anreiz, unbeobachtet auf  $a_h$  auszuweichen, da sich dies nicht auf seine Entlohnung auswirkt, aber höhere Anstrengungskosten verursacht.
- ▶ Bei jedem anderen Entlohnungsschema sind entweder die Lohnkosten unnötig hoch, oder der Kontrakt wird abgelehnt, oder  $u_P$  wird nicht maximiert.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

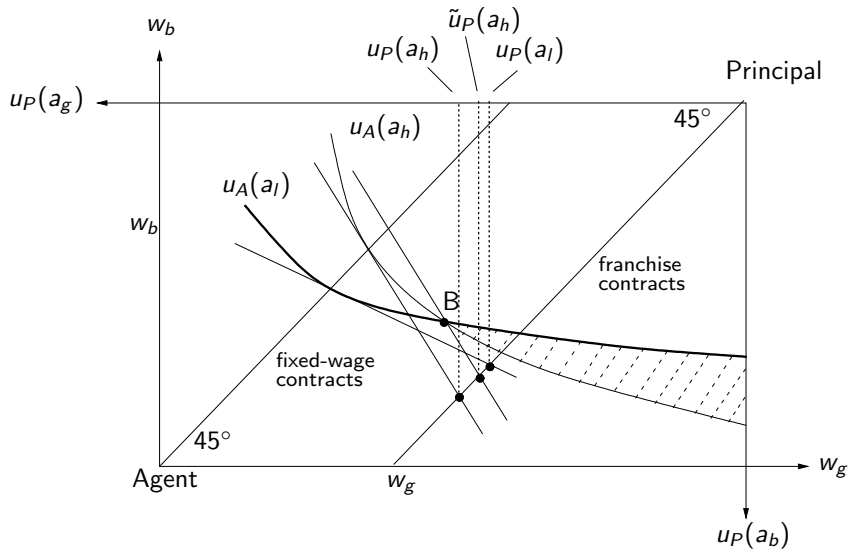
### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Angenommen, es wird das hohe Niveau  $a_h$  angestrebt.

- ▶ Jedes Festeinkommen  $w_g = w_l$  ist dann nicht anreizkompatibel, weil der Agent dann auf jeden Fall (unbeobachtet)  $a_l$  wählen wird, was ihm nicht nachgewiesen werden kann. Der Agent muss also einem *Einkommensrisiko* ausgesetzt werden!
- ▶ Der Agent muss bei Wahl von  $a_l$  schlechter gestellt sein als bei Wahl von  $a_h$ . Dies ist nur möglich, wenn sich das Entlohnungsschema im markierten Bereich (rechts vom Schnittpunkt der Indifferenzkurven  $u_A(a_l)$  und  $u_A(a_h)$ ) befindet.
- ▶ Andererseits soll die Entlohnung so niedrig wie möglich sein. Dies ist im Punkt  $B$  der folgenden Grafik („knapp vor dem Schnittpunkt beider Kurve“) der Fall.
- ▶ Der Prinzipal realisiert hier einen Gewinn von  $\tilde{u}_P(a_h)$ , der zwar nicht so hoch ist wie im Fall ohne hidden action, aber höher als  $u_P(a_l)$ , was sich im Fall z.B. eines Festeinkommensvertrags einstellen würde.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

**Zahlenbeispiel** (Wolfstetter, Example 11.1):

Es sei  $u_A = \sqrt{w} - a^2$ ,  $a_h = 2$ ,  $a_l = 1$ ,  $p_h = 0.5$ ,  $p_l = 0.25$ ,  $\bar{u}_A = 2$ .

Schritt 1: Der optimale Kontrakt, um  $a_l$  zu implementieren, ergibt sich aus:

$$\begin{aligned}u_A &= \sqrt{w} - a_l^2 = \bar{u} \\ \sqrt{w} - 1^2 &= 2 \\ \Rightarrow w &= w_g = w_b = 9\end{aligned}$$

(Bei einem Festenkommen ist der Weg über die Erwartungsnutzenfunktion nicht erforderlich.)

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Der optimale Kontrakt, um  $a_h$  zu implementieren, ergibt sich aus den Bedingungen (Schnittpunkt der Indifferenzkurven in Punkt B):

$$u_A(a_h) = 0.5 \cdot \sqrt{w_g} + 0.5 \cdot \sqrt{w_b} - 2^2 = 2 = \bar{u}_A$$

$$u_A(a_l) = 0.25 \cdot \sqrt{w_g} + 0.75 \cdot \sqrt{w_b} - 1^2 = 2 = \bar{u}_A$$

Die Lösung des Gleichungssystems ist  $w_b = 0$ ,  $w_g = 144$  (genaugenommen ist der Agent dann indifferent, d.h.  $w_g$  muss marginal oberhalb 144 liegen).

Schritt 2: Einsetzen der beiden optimalen Kontrakte in die Nutzenfunktion des Prinzipalen:

$$u_P(a_h) = 0.5 \cdot (y_g - 144) + 0.5 \cdot (y_b - 0)$$

$$u_P(a_l) = 0.25 \cdot (y_g - 9) + 0.75 \cdot (y_b - 9)$$

Es wird genau dann das Lohnschema  $\{w_g = 144, w_b = 0\}$  angeboten, wenn  $u_P(a_h) > u_P(a_l)$ , d.h. wenn  $y_g > 252 + y_b$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### LEN-Modell einer Prinzipal-Agenten-Beziehung:

Annahmen:

- ▶ Es gilt eine **lineare** Entlohnungsregel mit Grundeinkommen  $w_0$  und leistungsabhängiger Komponente (mit  $X$  als Output):  
 $w = w_0 + s \cdot X$ .
- ▶ Der Output wird durch das Anstrengungsniveau  $a$  und eine additive Zufallskomponente  $Y$  bestimmt:  $X = a + Y$ . Das Anstrengungsniveau  $a$  ist eine stetige Variable.
- ▶ Die Zufallskomponente ist **normalverteilt** mit  $Y \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ .
- ▶ Es wird eine **exponentielle** Nutzenfunktion des Agenten mit konstanter Risikoaversion in folgender Form angenommen:

$$u_A = u(w) - \frac{1}{2}a^2 = -e^{-r \cdot w} - \frac{1}{2}a^2$$

mit  $r > 0$  als Maß für die Risikoaversion. Ferner sei  $\bar{u}_A = 0$ .

- ▶ Die Nutzenfunktion des Prinzipalen sei  
 $u_P = X - w = (a + Y)(1 - s) - w_0$ .

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

- ▶ Da  $Y$  normalverteilt ist, ist auch  $w = w_0 + s(a + Y)$  eine normalverteilte Zufallsvariable.
- ▶ Da das Entlohnungsschema  $w = w_0 + s(a + Y)$  linear ist, gilt:

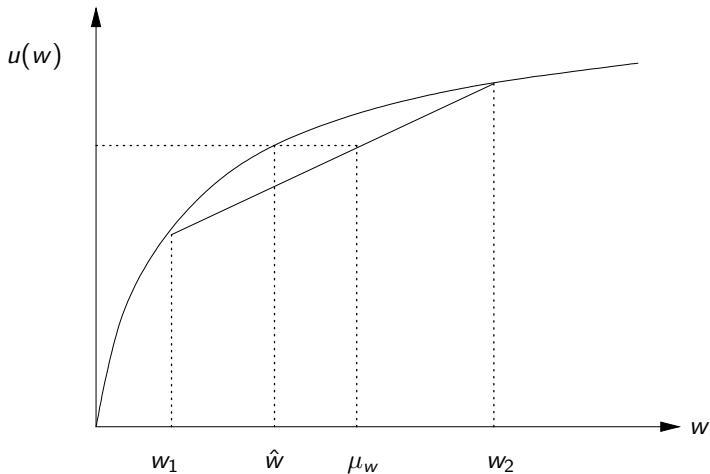
$$E[w] = \mu_w = w_0 + as, \quad \text{Var}[w] = \sigma_w^2 = s^2\sigma^2$$

- ▶ Wegen der Risikoaversion ist die Nutzenfunktion in  $w$  konkav. Es ist möglich, für jede Verteilung von  $w$  ein sicheres  $\hat{w}$  (Sicherheitsäquivalent) zu ermitteln, zu dem der Agent indifferent ist, also  $u(\hat{w}) = E[u(w)]$ . Unter den getroffenen Annahmen lässt sich zeigen, dass gilt:

$$u(\hat{w}) = \mu_w - \frac{r}{2}\sigma_w^2$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard



## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 25 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Diese Werte werden in die Erwartungsnutzenfunktion des Agenten eingesetzt:

$$\begin{aligned} E[u_A] &= E[u(w)] - \frac{1}{2}a^2 \\ &= u(\hat{w}) - \frac{1}{2}a^2 \\ &= w_0 + sa - \frac{r}{2}s^2\sigma^2 - \frac{1}{2}a^2 \end{aligned}$$

Die Lösung des Maximierungsproblems  $\max_a u_A$  ergibt

$$a^*(s) = s \tag{1}$$

Das Anstrengungsniveau ist proportional zum Parameter  $s$ , der die Leistungsabhängigkeit repräsentiert.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

Für einen optimalen Lohnkontrakt sind nun das Grundeinkommen  $w_0$  und der Leistungsparameter  $s$  zu bestimmen:

- ▶ Der Agent wird einen Kontrakt nur annehmen, wenn mindestens der Reservationsnutzen von Null erreicht wird. Daraus folgt für das Grundeinkommen:

$$\begin{aligned} E[u_A] &= w_0 + sa - \frac{r}{2}s^2\sigma^2 - \frac{1}{2}a^2 = 0 \\ &= w_0 + s^2 - \frac{r}{2}s^2\sigma^2 - \frac{1}{2}s^2 = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow w_0(s) = \frac{1}{2}s^2(r\sigma^2 - 1)$$

- ▶ Der Erwartungsnutzen des Prinzipalen ist wegen  $E[Y] = 0$  und  $a = a^*(s) = s$

$$\begin{aligned} E[u_P] &= E[(a + Y)(1 - s) - w_0] = s(1 - s) - w_0 \\ &= s(1 - s) - \frac{1}{2}s^2(r\sigma^2 - 1) \end{aligned}$$

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

- ▶ Maximierung der Zielfunktion  $\max_s E[u_P]$  ergibt die Lösung:

$$s^* = \frac{1}{1 + r\sigma^2} \quad (2)$$

- ▶ Dieser Wert wird wiederum in die Gleichung für das erforderliche Basiseinkommen  $w_0(s)$  eingesetzt mit dem Ergebnis:

$$w_0^* = \frac{r\sigma^2 - 1}{2(r\sigma^2 + 1)^2} \quad (3)$$

(Eine Nichtnegativitätsbedingung wurde hier vernachlässigt.)

- ▶ Dadurch, dass  $w_0^*$  und  $s^*$  so festgelegt wurden, dass der Agent den Kontrakt gerade noch akzeptiert, ist die erwartete Auszahlung für den Agenten Null (die für den Prinzipalen lässt sich durch Einsetzen der Lösung ermitteln).

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### Anmerkungen:

- ▶ Der Prinzipal bevorzugt eine höhere Varianz  $\sigma^2$  sowie eine höhere Risikoaversion  $r$ .
- ▶ Bei rein leistungsabhängiger Entlohnung trägt der Agent das volle Risiko. Durch die Komponente  $w_0$  reduziert der Agent sein Risiko und nimmt bei entsprechendem höherem  $s$  mehr Anstrengungen  $a$  auf sich, so dass der Output steigt. Dies erhöht den Gewinn des Prinzipalen, was man als eine Art Versicherungsprämie auffassen kann.

## 2. Probleme asymmetrischer Information

### 2.5 Prinzipal und Agent: Moral Hazard

#### Ein ökonomisches Beispiel: Shirking-Ansatz in der Effizienzlohntheorie

- ▶ Shirking: „Bummeln“ am Arbeitsplatz, Senkung des Anstrengungsniveaus.
- ▶ Shirking kann einerseits durch Kontrolle (monitoring) eingeschränkt werden. Dies verursacht aber Kosten.
- ▶ Shirking kann durch einen (höheren) Effizienzlohn erreicht werden, weil dann im Fall einer zufälligen Kontrolle eine Entlassung, und damit ein Absinken auf den Reservationsnutzen die Folge ist.
- ▶ Würde ein markträumender Gleichgewichtslohn gezahlt, so wäre dies gleichzeitig der Reservationsnutzen, da der entlassene Arbeiter sofort einen neuen Job finden würde. Ein Effizienzlohn liegt also *oberhalb* des markträumenden Niveaus und kann daher Arbeitslosigkeit verursachen (d.h. letztlich verursacht das Moral Hazard Problem dies).

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### **Netzwerkgüter – Charakteristika:**

- ▶ Positive Externalitäten bei der Nutzung
- ▶ Wechselkosten und Lock-In-Effekte
- ▶ Bedeutung von Kompatibilität und Standards
- ▶ Skaleneffekte bei der Produktion

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### Begriff: Externalität, externer Effekt

- ▶ Bei der Produktion oder (wie hier) der Nutzung eines Gutes durch einen Akteur  $i$  wird die Nutzenposition eines Akteurs  $j$  beeinflusst, ohne dass eine Kompensation über das Preissystem erfolgt.
- ▶ Das Preissystem spiegelt daher nur unvollständig die marginalen Zahlungsbereitschaften wider  
⇒ Effizienzproblem, Wohlfahrtsverluste
- ▶ Negative vs. positive Externalitäten
  - ▶ Aktivitäten mit negativen Externalitäten:  
soziale Grenzkosten  $>$  private Grenzkosten
  - ▶ Aktivitäten mit positiven Externalitäten:  
soziale Grenzkosten  $<$  private Grenzkosten
- ▶ Internalisierung externer Effekte z.B. über staatliche Maßnahmen oder durch Verhandlungen; manchmal nicht vollständig oder gar nicht möglich.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

Spezielle Form: **(Positive) Netzwerk-Externalitäten**

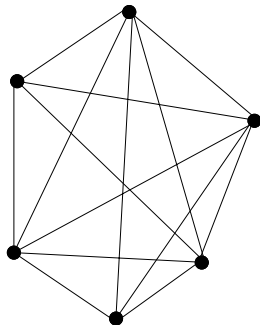
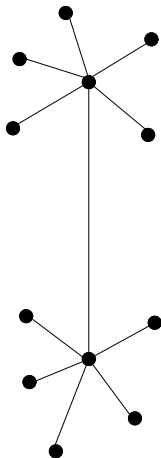
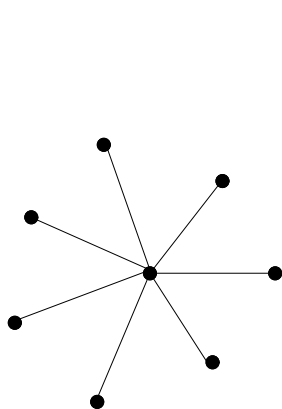
**Was ist ein „Netzwerk“?**

Der Nutzen eines Gutes hängt davon ab, dass die Nutzung innerhalb eines *physischen* oder *nicht-physischen* Netzwerks stattfindet, also eine Verbindung der Nutzer über ein Netzwerk vorhanden ist. Mit dem Erwerb des Gutes „tritt der Nutzer einem Netzwerk bei“. Die Höhe des Nutzens hängt von der Größe des Netzwerks ab.

# 3. Netzwerke

## 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

Formen von Netzwerken (Bsp.):



## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

- ▶ Physische Netzwerke, z.B.:
  - ▶ Telefonnetz
  - ▶ Strom-, Gasnetze
- ▶ Nicht-physische (virtuelle) Netzwerke, z.B.:
  - ▶ Software
  - ▶ Sprache
- ▶ Bei nicht-physischen Netzen verbindet die Nutzer allein der gemeinsame Standard

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

Zurück zur Netzwerk-Externalität:

- ▶ Der *Nutzen* hängt von der *Größe* des Netzwerks ab (Beispiele).
- ▶ Tritt ein neuer Akteur dem Netzwerk bei, so *vergrößert* sich das Netzwerk und steigert somit den Nutzen *aller* Akteure im Netzwerk. Das ist der positive externe Effekt.

- ▶ Formal:

$$u(x) = u_0(x) + u(n_x)$$

mit  $u_0(x)$  als „Basisnutzen“ und  $n_x$  als der Zahl der Nutzer. Positive Netzwerkexternalitäten liegen vor, wenn  $du(n_x)/dn_x > 0$ .

- ▶ Häufig wird davon ausgegangen, dass ein Akteur genau eine Einheit eines Netzwerkgutes nachfragt, also nur „dem Netzwerk beitreten“ kann oder nicht.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

*Beispiel:*

$$u_i = u_0 + \alpha \cdot n$$

mit  $u_0$  als „Basisnutzen“,  $\alpha > 0$  und  $n$  als Zahl der Netzwerknutzer.

Interpretiert man  $u_i$  als marginale Zahlungsbereitschaft, so wird das Netzwerkgut in diesem Beispiel dann nachgefragt, wenn

$$u_0 + \alpha \cdot n \geq p \quad \Rightarrow \quad n \geq \frac{p - u_0}{\alpha}$$

mit  $p$  als dem zu zahlendem Preis.

## 3. Netzwerkeüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkeütern

- ▶ Es gibt also eine „**kritische Masse**“  $n$ , ab der erst ein Anreiz besteht, einem Netzwerk beizutreten.
- ▶ Umgekehrt wächst mit zunehmendem  $n$  die Zahlungsbereitschaft.
- ▶ Für Anbieter besteht prinzipiell die Möglichkeit, selbst bei konstanten Grenzkosten bei wachsender Netzwerkgröße die Zahlungsbereitschaft durch Preiserhöhungen abzuschöpfen.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### **Zum Basisnutzen:**

Der Basisnutzen  $u_0$  ist bei vielen Netzwerkgütern Null: Telefon, Fax, Instant Messenger, Sprache. Bei anderen ist das nicht der Fall: Stromanschluss, Textverarbeitungssoftware.

#### **Fixkostenargument:**

Mit zunehmender Netzwerkgröße lassen sich die extrem hohen Fixkosten auf mehr Akteure verteilen (Beispiel: Strom- und Gasnetze, Telefonnetze). Dies betrifft den Nutzer aber nur dann positiv, wenn das zu einer Preissenkung für ihn führt. Es beeinflusst nicht den Nutzen aus der Verwendung des Gutes. Hier besteht in hohem Maße ein „Kritische-Masse-Problem“.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### Direkter Netzwerkeffekt:

- ▶ Der Nutzen aus dem Gut steigt unmittelbar aufgrund der Zahl der Netzwerkteilnehmer, also der Konsumenten dieses Gutes.
- ▶ *Beispiel:* Je größer das Telefonnetz, desto mehr Personen erreicht man telefonisch.
- ▶ *Beispiel:* Je weiter die Verbreitung der Software, desto einfacher der Daten- und Erfahrungsaustausch.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### Indirekte Netzwerkeffekte:

- ▶ Es werden mehr Produkte nutzbar, die *kompatibel* zum Netzwerk sind (also die Mitgliedschaft im Netzwerk voraussetzen). Beispiel: Voice-Box im Telefonnetz, Anwendersoftware für ein bestimmtes Betriebssystem.
- ▶ Der Umgang mit dem Netzwerkgut baut *Humankapital* auf (Aufbau von Erfahrungen und Wissen), welches in anderen Kontexten verwendet werden kann (*Spillover*).
- ▶ Beide – direkte und indirekte – Netzwerkeffekte sind in  $u(n_x)$  enthalten.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### Problem der Erwartungen:

- ▶ Die potenziellen Nutzer kennen weder die genaue Zahl der Nutzer (auch „Adopter“) des Netzwerkgutes, noch kennen sie das Ausmaß der direkten und indirekten Netzwerkeffekte.
- ▶ Daher spielen diesbezügliche Erwartungen  $E[u(n_x)]$  eine große Rolle.
- ▶ Diese Erwartungen können von den Anbietern gezielt beeinflusst werden, um eine Entscheidung zugunsten ihres Netzwerks herbeizuführen.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

*Beispiel:*

- ▶ Zwei potenzielle (konkurrierende) Netze  $x$  und  $y$
- ▶ Kunde tritt nur einem der beiden Netze bei.  
Wähle Netz  $x$ , falls

$$\begin{aligned} E[u_x] &> E[u_y] \\ u_0(x) + E[u(n_x)] &> u_0(y) + E[u(n_y)] \\ E[u(n_x)] - E[u(n_y)] &> u_0(y) - u_0(x) \end{aligned}$$

- ▶ Adoptionsentscheidung hängt von der Erwartung bzgl. der Netzwerkgrößen, deren Entwicklung, den daraus zu ziehenden Nutzen ab.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.1 Charakteristika von Netzwerkgütern

#### Literatur:

- ▶ Blankart, C.B., Knieps, G. (1992), Netzökonomik. In: Böttcher, E. (Hrsg.), *Ökonomische Systeme und ihre Dynamik*. Tübingen.
- ▶ Katz, M.L., Shapiro, C. (1994), Systems competition and network effects. *Journal of Economic Perspectives* Vol. 8(2), 93-115.
- \* Katz, M.L., Shapiro, C. (1985), Network Externalities, Competition, and Compatibility. *American Economic Review* Vol.75(3), 424-440
- ▶ Shapiro, C., Varian, H. (1999), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy* (Chapter 1)
- \* Shy, O. (2001), *The Economics of Network Industries* (Chapter 1)

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

Wechselkosten = Kosten, die beim Wechsel von einem Netzwerk(gut) zu einem anderen Netzwerk(gut) entstehen.

⇒ **Wechselkosten:**

- ▶ Such- und Informationskosten
- ▶ Je größer das bisherige Netzwerk, desto höher sind die Opportunitätskosten der dann entgehenden direkten positiven Netzwerkexternalitäten.
- ▶ Opportunitätskosten des Verzichts auf die Nutzung netzwerk-kompatibler Güter.
- ▶ Im Umgang mit dem Netzwerkgut erworbenes *spezifisches* Wissen und Humakpaital wird entwertet.
- ▶ Die relativ sichere Einschätzung des bisherigen Nutzens wird durch eine höhere Unsicherheit bei dem neuen Netzwerkgut ersetzt.
- ▶ Künstliche/strategisch beeinflusste Wechselkosten (Gebühren bei vorzeitiger Vertragsauflösung, Verfall von erworbenen Rabattansprüchen)

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

Wechselkosten hängen stark von der **Kompatibilität**, d.h. der Nutzung gemeinsamer Standards ab. Die Kompatibilität kann auch einseitig sein. Beispiele:

- ▶ Aufgrund gemeinsamer technischer Standards ist z.B. ein Wechsel von *O<sub>2</sub>* zu *E-plus* kein Problem, da alle Mobilfunknetze und das Festnetz von jedem Netz aus zu erreichen sind. Es bestehen fast keine Unterschiede bezüglich der Netzwerkexternalität. Die direkten Wechselkosten gering.
- ▶ Der Wechsel des Computer-Betriebssystems ist mit erheblichen Wechselkosten verbunden: Unterschiedliche installierte Basis; Problem nicht-kompatibler Komplementärprodukte (Anwendersoftware); Problem inkompatibler Datenformate; Entwertung spezifischen Humankapitals.
- ▶ Wechsel der Publikationssprache eines Wissenschaftlers: Wechselt er auf Englisch, so ist die „installierte Basis“ wesentlich größer als bei Deutsch. Zudem versteht jeder deutsche Wissenschaftler auch Englisch, aber nicht unbedingt umgekehrt (einseitige Kompatibilität).

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

Da Anbieter von Netzwerkgütern Interesse daran haben, (a) Kunden in ihrem Netz zu halten, und (b) hohe Margen zu erzielen, können Wechselkosten *strategisch beeinflusst* werden:

- ▶ *Offenheit versus Kontrolle*: Etablierte größere Netzwerke werden eher ein Interesse Nicht-Kompatibilität oder an einseitiger Kompatibilität haben. Neue Anbieter werden eher vollständige oder einseitige Kompatibilität bevorzugen.
- ▶ Unterstützung der Komplementärgutentwicklung z.B. durch Bereitstellung von Ressourcen und Gewährung von Einlick in die Standards.
- ▶ Förderung der Entwicklung netzwerk-spezifischen Humankapitals (z.B. kostenlose Schulung).
- ▶ Strategische Produktankündigungen (der erwartete Basisnutzen wird erhöht); Rolle des zeitlichen Vorsprungs.

Je höher die Wechselkosten, desto geringer die Gefahr des Wechsel und desto eher kann die Zahlungsbereitschaft abgeschöpft werden.

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Fazit:

- ▶ Bei Netzwerkgütern erzeugen die positiven Netzwerkexternalitäten Wechselkosten.
- ▶ Diese Wechselkosten können strategisch z.B. durch Kompatibilitätsentscheidungen beeinflusst werden.
- ▶ Je höher die Wechselkosten, d.h. die Schwelle, ab der ein Konsument zu einem Konkurrenzprodukt wechseln wird, desto eher kann seine Zahlungsbereitschaft abgeschöpft werden, d.h. desto weniger kompetitiv ist der Markt.
- ▶ Existenz von Wechselkosten bewirkt statische Effizienz- bzw. Wohlfahrtsverluste – siehe Klemperer, P. (1995), Competition When Consumers Have Switching Costs: An Overview With Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International Trade. *Review of Economic Studies* Vol.62, 515-540.

## 3. Netzwerkeüter

### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

#### Positive Rückkopplungen:

- ▶ Positive Netzwerkeexternalitäten und (auch dadurch bewirkte) Wechselkosten erzeugen einen sich selbst verstärkenden Prozess (*self-enforcing process, positive feedback*).
- ▶ Je größer das Netzwerk bereits ist, desto attraktiver ist es, diesem Netzwerk beizutreten und desto unattraktiver ist es, dieses Netzwerk zu verlassen.
- ⇒ Nachfrageseitige Größenvorteile (*economies of scale*).
- ⇒ Wettbewerb um den Markt (statt im Markt)
- ⇒ „**Winners takes all**“-Effekt: Tendenz zur Dominanz *eines* Netzwerks (Monopolisierung).

### 3. Netzwerkgüter

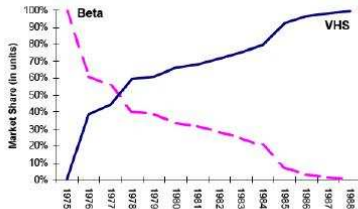
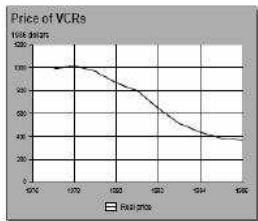
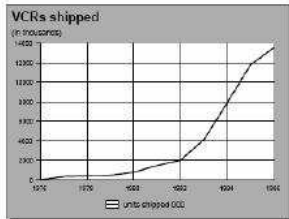
#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Klassisches Beispiel: Videoformate VHS versus Betamax

- ▶ Basisnutzen  $u_0(x)$  unterschiedlich aufgrund verschiedener Technologien.
- ▶ Aufzeichnungsformate sind technisch inkompatibel, daher sehr starke Netzwerkexternalitäten  $u(n_x)$ .
- ▶ Anfängliche Unsicherheit, welches Format sich durchsetzen wird (Kauf- und Investitionszurückhaltung); Rolle der Erwartungsbildung; „Kritische Masse“ Problem.
- ▶ Durch strategische Entscheidungen von Komplementärgüterherstellern und Zufallseinflüsse erlangt schließlich VHS einen höheren Marktanteil und setzt sich als einziger Standard durch. Anfänglich (bei sehr kleiner installierter Basis) war Betamax führend.

# 3. Netzwerkgüter

## 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In



### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Entgegengerichteter Effekt:

- ▶ Interesse der Kunden an Kompatibilität
- ▶ Interesse der Kunden an Produktdifferenzierung (Heterogenität der Präferenzen)  $\Rightarrow$  stärkere Bedeutung des Basisnutzens.

Wahrscheinlichkeit von „Winner takes all“-Effekten:

	schwache econ. of scale	starke econ. of scale
homogene Präferenzen	gering	hoch
heterogene Präferenzen	nahe Null	unklar

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Ein einfaches Modell:

- ▶ Arthur, B.W. (1989), Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events. *Economic Journal* Vol.99, 116-131.
- ▶ Zwei konkurrierende Netzwerk-Technologie  $A$  und  $B$ .
- ▶ Konsumenten mit heterogenen Präferenzen ( $R$ -Typ,  $S$ -Typ).

Nutzen	Technologie $A$	Technologie $B$
$R$ -Agent	$a_R + r \cdot n_A$	$b_R + r \cdot n_B$
$S$ -Agent	$a_S + s \cdot n_A$	$b_S + s \cdot n_B$

- ▶ Die Präferenzen seien unterschiedlich:  $R$ -Agenten bevorzugen  $A$ ,  $S$ -Agenten bevorzugen  $B$ :

$$a_R > b_R, \quad a_S < b_S$$

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Annahme: Die Agenten treffen *sequenziell* ihre Entscheidung für  $A$  oder  $B$ .
- ▶ Sei  $d_n = n_A - n_B$  die Differenz der bisherigen Adopterzahlen.
- ▶ Ein  $R$ -Agent wird seine bevorzugte Technologie  $A$  dann wählen, wenn

$$a_R + r \cdot n_A > b_R + r \cdot n_B$$

$$a_R - b_R > r(n_B - n_A) = -r \cdot d_n$$

$$d_n > \frac{a_R - b_R}{-r} = \Delta R$$

- ▶ Analog wird ein  $S$ -Agent seine bevorzugte Technologie  $B$  dann wählen, wenn

$$d_n < \frac{b_S - a_S}{s} = \Delta S$$

- ▶ Solange also  $\Delta R < d_n < \Delta S$  gilt, wählt jeder neu in den Markt eintretende Agent das von ihm präferierte System.

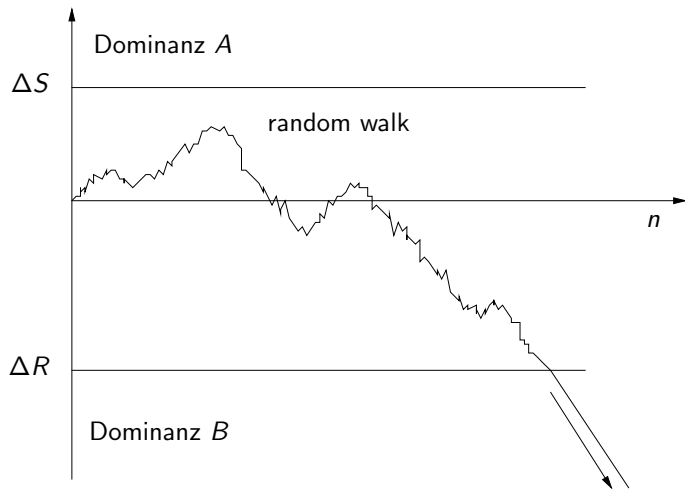
### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Da es zufällig ist, von welchem Typ der zu einem Zeitpunkt  $t$  eintretende Agent ist, folgt  $d_n$  im Intervall  $[\Delta R, \Delta S]$  einem *Random Walk*.
- ▶ Wird jedoch zufällig die Grenze  $\Delta R$  unterschritten, so wählen alle eintretenden Agenten Technologie  $B$ . Wird zufällig die Grenze  $\Delta S$  überschritten, so wählen alle eintretenden Agenten Technologie  $A$ .
- ▶ *Random Walk* mit „absorbierenden Rändern“; zwei Gleichgewichte.
- ▶ Der Lock-In-Effekt wird hier durch Zufallsereignisse bestimmt!

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In



## 3. Netzwerkgüter

### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

#### Pfadabhängigkeit:

- ▶ Die langfristige sich einstellende Struktur (hier im Beispiel: dominante Technologie) ist Resultat eines Prozesses, der von den Startbedingungen sowie von zufälligen, d.h. nicht im Rahmen des Modells erklärten historischen Ereignissen abhängt. Man spricht daher von einer Pfadabhängigkeit. Im Ergebnis stellt sich nicht zwangsläufig ein effizientes Gleichgewicht ein.
- ▶ Ein Verharren (**Lock-In**) in nicht-effizienten Zuständen kann evtl. überwunden werden durch
  - ▶ Präferenzwandel bzw. deutlich unterschiedliche Präferenzen
  - ▶ Technischen Fortschritt, der zu höherem Basisnutzen führt
  - ▶ Bildung von (offenen) Standards, welche Kompatibilität gewährleisten (hier: der Netzwerkeffekt hängt dann nicht von  $n_A$  und  $n_B$ , sondern von  $n$  ab).

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Adoptionswahrscheinlichkeit und multiple Gleichgewichte:

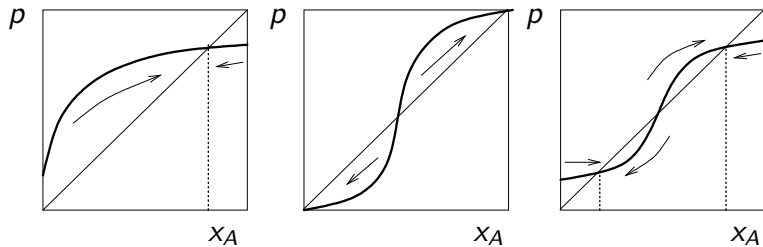
- ▶ Im Allgemeinen hängt die Wahrscheinlichkeit, dass die nächste Adoptionsentscheidung für eine Technologie  $A$  ausfällt, in irgendeiner Weise von deren Netzwerkgröße ab. Modellierung der Netzwerkgröße als relative Größe, d.h. Marktanteil  $x_A$ .
- ▶ Polya-Modelle in der Form:

$$x_{A,t+1} = x_{A,t} + \beta(p(x_{A,t}) - x_{A,t})$$

- ▶ *Wie* die Wahrscheinlichkeit  $p(x_{A,t})$  von  $x_{A,t}$  abhängt, ist hier unbestimmt. Aufgrund der nachfrageseitigen Skaleneffekte ist die Ableitung jedoch positiv.
- ▶ Es ist  $p : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$  eine monoton ansteigende Funktion. Falls  $p > x_A$  nimmt  $x_A$  zu, ansonsten ab.

### 3. Netzwerküter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In



### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Mögliche Fälle:

- ▶ Konvergenz zu einer Marktaufteilung, also  $x_A \in (0, 1)$ .
- ▶ Pfadabhängige Konvergenz zu einer von mehreren möglichen Marktaufteilungen.
- ▶ Pfadabhängige Konvergenz zu einer dominierenden Technologie („winner takes all“)

##### *Literatur:*

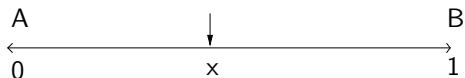
- ▶ Arthur, B.W. (1988), Self-Enforcing Mechanisms in Economics. In: Andersson, P., Arrow, K., Pines, D. (eds.), *The Economy as an Evolving, Complex System*. Reading Mass.

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

##### Hotelling-Modell:

- ▶ Idee: Zwei unterschiedliche Technologien  $A$  und  $B$ , aber ein Kontinuum unterschiedlicher Präferenzen, denen  $A$  und  $B$  „mehr oder weniger gut“ entsprechen:



- ▶ Es bedeutet  $x = 0$  völlige Präferenz für  $A$ , und  $x = 1$  völlige Präferenz für  $B$ . Die Dichteverteilung  $f(x)$  sei vereinfachend als Gleichverteilung angenommen.
- ▶ Es sei  $t \cdot x^2$  die Abweichung der Produkteigenschaft von  $A$  von den Präferenzen  $x$  eines Agenten. Entsprechend ist  $t \cdot (1 - x)^2$  die Abweichung von  $B$  von den Präferenzen dieses Agenten.

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Der Preis für die Technologien sei  $p_A$  bzw.  $p_B$ .
- ▶ „Präferenzkosten“ eines Konsumenten:

$$v_A(x) = p_A + tx^2$$

$$v_B(x) = p_B + t(1-x)^2$$

- ▶ Die Nutzenfunktionen für das Netzwerkgut seien

$$u_i + \alpha \cdot N_i^e, \quad i \in \{A, B\}$$

mit  $u_A, u_B$  als Basisnutzen und  $\alpha \cdot N_A^e, \alpha \cdot N_B^e$  als externer Netzwerkeffekt mit  $N_i^e$  als erwarteter Netzwerkgröße.

- ▶ Der Nettonutzen ist entsprechend

$$u(x, A) = u_A + \alpha \cdot N_A^e - p_A - tx^2$$

$$u(x, B) = u_B + \alpha \cdot N_B^e - p_B - t(1-x)^2$$

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Es sei  $\tilde{x}$  der *indifferente* Konsument, für den  $u(\tilde{x}, A) = u(\tilde{x}, B)$  gilt, also

$$u_A + \alpha N_A^e - p_A - t\tilde{x}^2 = u_B + \alpha \cdot N_B^e - p_B - t(1 - \tilde{x})^2 \quad (*)$$

- ▶ Alle Konsumenten mit  $x \in [0, \tilde{x}]$  werden daher Technologie A nachfragen, alle Konsumenten mit  $x \in (\tilde{x}, 1]$  werden Technologie B nachfragen.
- ▶ Wegen der Gleichverteilung ist der Marktanteil (relative Netzwerkgröße) von Technologie A dementsprechend  $\tilde{x}$  und  $(1 - \tilde{x})$  für Technologie B.
- ▶ Werden rationale Erwartungen angenommen, dann gilt  $N_A^e = N_A = \tilde{x}$  und  $N_B^e = N_B = (1 - \tilde{x})$ .
- ▶ Setzt man diese Werte in (\*) ein und löst nach  $\tilde{x}$  auf, erhält man:

$$\tilde{x} = \frac{1}{2} + \frac{u_A - u_B}{2(t - \alpha)} - \frac{p_A - p_B}{2(t - \alpha)}$$

### 3. Netzwerküter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Es sei  $t \neq \alpha$  vorausgesetzt (ansonsten ist  $\tilde{x}$  nicht definiert).
- ▶ Sind die Preise  $p_1$  und  $p_2$  gesetzt, so ist  $\tilde{x}$  und somit die Marktaufteilung bestimmt.
- ▶ Die Gewinnfunktionen der Firmen sind:

$$\max_{p_A} G_A = (p_A - c)\tilde{x}$$

$$\max_{p_B} G_B = (p_B - c)(1 - \tilde{x})$$

Vereinfachende Annahmen: identische konstante Durchschnittskosten; Mengen = Marktanteil (eigentlich:  $x_i = \tilde{x} \cdot N$ , aber das würde das qualitative Ergebnis nicht ändern).

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Maximierung ergibt die Reaktionsfunktionen:

$$p_A = \frac{1}{2}(u_A - u_B + c + p_B + t - \alpha)$$

$$p_B = \frac{1}{2}(u_B - u_A + c + p_A + t - \alpha)$$

- ▶ Das Nash-Gleichgewicht (Schnittpunkt der Reaktionsfunktionen) ist gegeben bei

$$p_A^* = \frac{u_A - u_B}{3} + t - \alpha + c, \quad p_B^* = \frac{u_B - u_A}{3} + t - \alpha + c$$

- ▶ Bei gleichen Durchschnittskosten  $c$  sind Preisunterschiede nur auf die technologischen Unterschiede zu erklären, die sich in  $u_A, u_B$  widerspiegeln.

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

- ▶ Setzt man die Gleichgewichtspreise  $p_A^*, p_B^*$  in die Bestimmungsgleichung für  $\tilde{x}$  ein, so erhält man eine Marktaufteilung von

$$\tilde{x}^* = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \frac{u_A - u_B}{t - \alpha} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \frac{\Delta u}{t - \alpha}$$

- ▶ Dabei ist zu beachten, dass  $\Delta u$  Werte annehmen kann, dass  $\tilde{x}$  außerhalb des Intervall  $[0, 1]$  liegt. In diesen Fällen gilt jeweils die Randlösung, und es dominiert jeweils eine der beiden Technologien ( $B$  bei  $\tilde{x} = 1$  und  $A$  bei  $\tilde{x} = 0$ ).
- ▶ Löst man  $\tilde{x}^* = 1$  nach  $\Delta u$  auf, erhält man

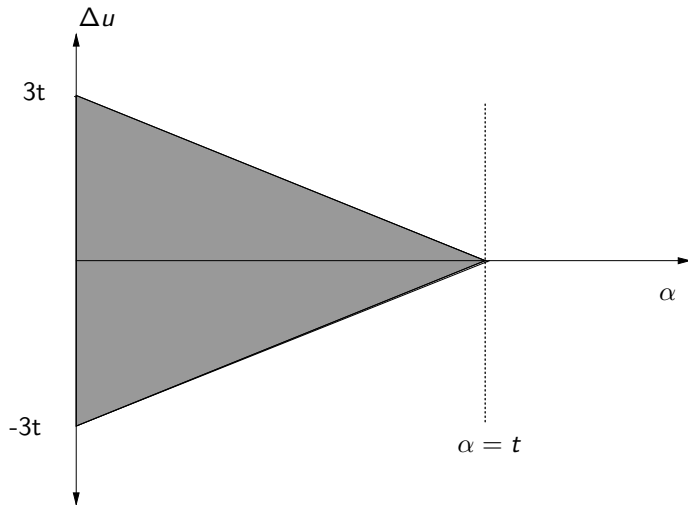
$$\Delta u_1 = 3(t - \alpha)$$

- ▶ Löst man  $\tilde{x}^* = 0$  nach  $\Delta u$  auf, erhält man

$$\Delta u_0 = -3(t - \alpha)$$

### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In



### 3. Netzwerkgüter

#### 3.2 Wechselkosten, Pfadabhängigkeiten und Lock-In

Innerhalb des Dreiecks kommt es zur *Koexistenz* beider Netzwerke, außerhalb kommt es zur *Dominanz einer Technologie* (Monopol).

#### Fazit:

- ▶ Je geringer die Präferenzen für Produktdifferenzierung  $t$ , desto eher kommt es zur Monopollösung (Dreieck wird kleiner).
- ▶ Je stärker ausgeprägt die Netzwerkexternalitäten  $\alpha$ , desto eher kommt es zur Monopollösung.

#### Literatur:

- ▶ Gröhn, A. (1999), *Netzwerkeffekte und Wettbewerbspolitik. Eine ökonomische Analyse des Softwaremarktes*. Tübingen.
- ▶ Tirole, J. (1994), *The Theory of Industrial Organization*. Cambridge: MIT Press.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### **Standard:**

Jeder Netzwerknutzen resultiert notwendig aus dem Vorhandensein eines Standards (z.B. technische Schnittstellen, Protokolle, Datenformate); manche Netzwerkgüter bestehen gerade in der Standardisierungsleistung (z.B. Sprache, Geld, Weltzeit).

⇒ Der Anbieter eines Netzwerkgutes definiert somit einen Standard bzw. hält sich an einen Standard.

#### **Standard im engeren Sinne:**

*Mehrere* Netzwerke teilen einen *gemeinsamen* Standard. Dadurch profitieren die Nutzer von der größeren installierten Basis aller beteiligten Netzwerke ⇒ Technologien sind *kompatibel*.

Standards können als *Institutionen* aufgefasst werden.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Standardisierungs-Spiel:

Zwei Unternehmen mit je einem Standard

Auszahlungen	Standard A	Standard B
Standard A	$(a, b)$	$(c, d)$
Standard B	$(d, c)$	$(b, a)$

- ▶ Falls  $a, b > \max(d, c)$ , dann ist eine Einigung auf Standard A oder B sinnvoll  $\Rightarrow$  Koordinationsproblem
- ▶ Falls  $c, d > \max(a, b)$ , dann „Standard-Krieg“

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Wie kommt es zur Bildung gemeinsamer Standards?

- ▶ Staatliche Standardsetzung (**De-jure-Standard**): z.B. bei Fernsehen, Radio, Mobilfunk, Telefon, Geld, Recht
- ▶ **De-facto-Standards**:
  - ▶ Verhandlungen; Bildung von Koalitionen
  - ▶ Ergebnis eines „Standard-Kriegs“
  - ▶ Pfadabhängigkeiten, Zufall
- ▶ De-facto-Standards, die dann staatlich legitimiert werden: z.B. Deutsche Rechtschreibung
- ▶ Probleme:
  - ▶ Wie kann erreicht werden, dass sich ein *effizienter* Standard durchsetzt?
  - ▶ Verharren in einem inferioren Standard (*excess inertia*)

### 3. Netzwerküter

#### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Verhaltensweisen der Unternehmen bei der Bildung von De-facto-Standards:

A	B	Kämpfe für eigenen Standard	Akzeptiere gemeins. Standard
Kämpfe für eigenen Standard		Standard-Krieg	A blockiert/ dominiert B
Akzeptiere gemeins. Standard		B blockiert/ dominiert A	freiwilliger Standard

## 3. Netzwerküter

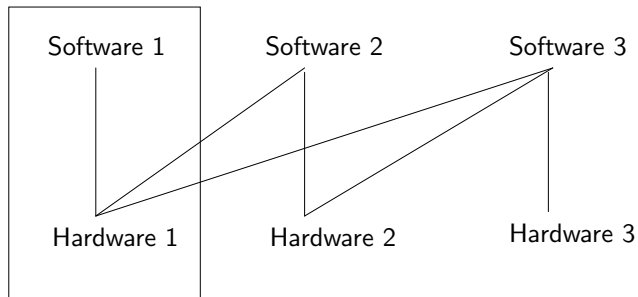
### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Begriff der Kompatibilität:

- ▶ Ein Standard: Alle Technologien sind kompatibel, d.h. der Netzwerkeffekt wird durch die *gesamte* installierte Basis bestimmt.
- ▶ Mehrere Standards: Technologien können durch „**Adapter**“ *einseitig* oer *beidseitig* kompatibel gemacht werden.
- ▶ Kompatibilitätsentscheidung strategisch wichtig
- ▶ Beispiel: Hardware – Software
- ▶ Beispiel für einseitige Kompatibilität: Telefonanlage ermöglicht Anschluss analoger Geräte an digitales Netz, aber nicht umgekehrt.

# 3. Netzwerkgüter

## 3.3 Kompatibilität und Standards



## 3. Netzwerkeüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

De-facto-Standards und Property Rights:

#### ▶ Geschlossene, „proprietäre“ Standards:

- ▶ Die Nutzung des Standards durch Dritte wird beschränkt, z.B. durch Geheimhaltung oder Patente.
- ▶ Der Anbieter („owner“ des Standards) behält die **Kontrolle** über die Spezifikation und dem Zugang zum Netz; durch Lizenzierung können mögliche Renten Dritter abgeschöpft werden.

#### ▶ Offene Standards:

- ▶ Die „owner“ des Standards können keinen Vorteil aus den Rechten am Standard ziehen, denn die Spezifikation wird offengelegt und es besteht freier Zugang zur Nutzung des Standards, d.h. freier Marktzutritt konkurrierender Netzwerkeüter.

*Beispiel:* MP3 als proprietärer, Ogg Vorbis als offener Standard bei Kompressionsverfahren für digitale Musik.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Leveraging:

- ▶ Der Inhaber eines proprietären Standards kontrolliert auch die Entwicklung von Komplementärgütern.
- ▶ Er kann Komplementärgüter fördern, da diese die Attraktivität des eigenen Netzes erhöhen.
- ▶ Er kann die Dominanz des eigenen Standards als „Hebel“ nutzen, um in Komplementärgut-Märkte einzudringen und dort ebenfalls dominant zu werden.
- ▶ Beispiele:
  - ▶ Erschließung des Marktes für Web-Browser durch Microsoft, indem der Internet Explorer Teil des Lieferumfangs des Betriebssystems ist. Dasselbe gilt für den Media-Player. Da dies an die Grenze des Tatbestandes „Missbräuchliche Ausnutzung einer marktbeherrschenden Stellung“ geht, war dies Gegenstand von Gerichtsverfahren.
  - ▶ Erschließung des Hardware-Marktes für Digital Audio Player durch Microsoft

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

Bei einem Standard-Krieg ist der sich durchsetzende Standard i.d.R. ein proprietärer Standard!

#### **Vorteile in einem Standard-Krieg:**

- ▶ Größe der installierten Basis
- ▶ Geistige Eigentumsrechte
- ▶ Innovationskraft
- ▶ First-Mover-Vorteile
- ▶ Kostenvorteile bei Produktion
- ▶ starke Position bei Komplementärgütern
- ▶ Reputation, Markenname

## 3. Netzwerküter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Vorgehensweise in einem Standard-Krieg:

- ▶ First-Mover-Vorteile aufbauen: schnelle Vergrößerung der installierten Basis z.B. durch Preispolitik
- ▶ Erwartungen beeinflussen zu Lasten der Wettbewerber („Vaporware“)
- ▶ Allianzen z.B. mit Komplementärgut-Anbietern eingehen

#### Gefahren:

- ▶ Geschwindigkeit zu Lasten der Qualität
- ▶ schneller technischer Fortschritt

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Folgen von Standardbildung:

- ▶ Erweiterte Netzwerk-Externalitäten durch breitere installierte Basis
- ▶ verringerte Unsicherheit (für Nutzer und Komplementärgutanbieter)
- ▶ Beendigung des Wettbewerbs um die Setzung des Standards (*winner takes all*) mit entsprechendem Lock-In-Effekt und ggf. Behinderung weiteren technischen Fortschritts....
- ▶ ... aber möglicher Wettbewerb der kompatiblen Technologien, d.h. geringe Wechselkosten und geringer Lock-In-Effekt bei einzelnen Technologien. Wettbewerbsintensität hängt davon ab, ob Anbieter Kontrolle über den Standard ausüben können.

## 3. Netzwerkeüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Gewinner und Verlierer:

##### ▶ Nutzer:

- ▶ profitieren von den gestiegenen Netzwerkexternalitäten und dem stärkeren Wettbewerb der kompatiblen Technologien....
- ▶ .... können aber nicht mehr zwischen unterschiedlichen Standards entscheiden, da der Standard als Markteintrittsbarriere für alternative Standards wirkt.

##### ▶ Komplementäregutanbieter:

- ▶ profitieren durch größere installierte Basis und verringerte Unsicherheit

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Gewinner und Verlierer: (Forts.)

##### ▶ Anbieter:

- ▶ **Incumbants** sind eher bedroht durch stärkeren Wettbewerb, sofern es sich um offenen Standard handelt.
- ▶ **Imitatoren** müssen keinen Standard entwickeln und können leichter in den Markt eintreten, falls es sich um offenen Standard handelt.
- ▶ **Innovatoren** haben kaum Chancen alternative Standards zu entwickeln; Möglichkeiten zu Erweiterungen und Weiterentwicklungen des Standards hängen davon ab, ob es sich um offene oder proprietäre Standards handelt.

## 3. Netzwerkeüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Mögliche Reaktion der Incumbants:

- ▶ Entwicklung proprietärer Erweiterungen, die aufgrund der eigenen Netzwerkgröße zum De-facto-Standard werden, aber die Kompatibilität zu anderen Netzen einschränken.
- ▶ *Beispiel:* Microsofts Internet-Explorer, der HTML-Code interpretieren kann, der nicht der HTML-Spezifikation des W3C entspricht („Verschmuzung“ des Standards)
- ▶ Konzentration des Geschäfts auf Komponenten statt auf Komplettsysteme, um sich im stärkeren Wettbewerb auf spezifische Stärken zu konzentrieren, falls eine monopolistische Ausnutzung eines eigenen Standards nicht mehr möglich ist.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Standard-Bildung und Innovation:

- ▶ Standards erhöhen die statische Effizienz durch Erhöhung der Netzwerkexternalitäten.
- ▶ Unsicherheit wird verringert, dadurch höhere Bereitschaft zur Entwicklung neuer Technologien und Komplementärgüter (Innovationen) innerhalb des Standards.
- ▶ Aber: Durch Lock-In-Effekt Verringerung des Anreizes zur Entwicklung superiorer Standards ( $\Rightarrow$  dynamische Effizienz)

#### $\Rightarrow$ Trade-off

- ▶ Die Anreize zur (Weiter-) Entwicklung neuer Standards ist geringer, wenn ein bestehender *proprietärer* Standard durch den Anbieter verteidigt werden kann. Bei *offenen* Standards gibt es weniger Möglichkeiten, den Standard aggressiv zu schützen und dessen Weiterentwicklung zu kontrollieren.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### **Rolle geistiger Eigentumsrechte** (Intellectual Property Rights):

- ▶ Fast jede Entwicklung einer Technologie bzw. eines Standards erzeugt entsprechende Rechte daran („ownership“). Die Frage ist, wie diese genutzt werden:
- ▶ *Proprietäre Standards*: Hohe Kontrolle und Möglichkeit, Renten zu erzielen. Dies bewirkt Anreize zur Entwicklung innovativer Standards, wenn man erwarten kann, dass sich dieser als De-facto-Standard durchsetzt (z.B. als Folge eines Standard-Kriegs).
- ▶ *Offene Standards*: Auf Kontrolle und Rentenerzielung wird verzichtet; dadurch leichter Marktzutritt, höherer Wettbewerb und verringerte Lock-In-Gefahr, jedoch muss der Anreiz zur innovativen Weiterentwicklung des Standards anders erzeugt werden.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Empirie:

- ▶ Traditionelle ökonomische Theorien innovativen Verhaltens beziehen sich stets auf die Anreizwirkung von IPR, durch Kontrolle der Nutzung des Standards Monopolgewinne erzielen zu können. Durch derartige proprietäre Standards wird Wettbewerb jedoch eingeschränkt und Lock-In-Effekte verstärkt.
- ▶ Es gibt aber zunehmend Beispiele für die Entwicklung offener De-facto-Standards (HTML, Open-Document-Format, Ogg Vorbis, Theora, diverse Spezifikationen in Linux-Systemen). Ökonomische Anreize und Geschäftsmodelle basieren dann nicht auf der Möglichkeit der Kontrolle, sondern aus dem Vorteil, die durch eine leichtere Verbreitung, leichtere Entwicklung von Komplementärgütern und den Vorteilen einer ressourcensparende Weiterentwicklung des Standards resultieren. Offene Standards bedeuten nicht Verzicht auf IPR, sondern eine andere Art deren Nutzung.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### **Empirie:** (Forts.)

- ▶ Die Öffnung eines einst proprietären Standards kann eine Strategie sein, um die installierte Basis schnell zu vergrößern und das Geschäft mit Komplementärgütern zu machen.
- ▶ Beispiele: Adobe PostScript, PDF; Sun JAVA.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Fazit:

- ▶ Standards können sich als De-jure- oder De-facto-Standards herausbilden, ggf. als Folge eines „Standard-Krieges“.
- ▶ Vorteile der Standardbildung und Kompatibilität sind im Wesentlichen die Vergrößerung der positiven Netzwerkexternalitäten und Verringerung der Unsicherheit (höhere statische Effizienz).
- ▶ Nachteilig ist die Wirkung als Markteintrittsbarriere in Bezug auf neuere (superiore) Standards und die Möglichkeit monopolistischen rent-seekings (geringere dynamische Effizienz).
- ▶ Die Intensität des trade-offs hängt maßgeblich davon ab, ob es sich um geschlossene proprietäre Standards handelt mit entsprechender Ausübung der Kontrollrechte durch den IPR-Inhaber, oder um offene Standards.

## 3. Netzwerkgüter

### 3.3 Kompatibilität und Standards

#### Literatur:

Sehr ausführliche, an Beispielen orientierte, jedoch wenig theoretische Darstellung in

- ▶ Shapiro, C., Varian, H. (1999), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Harvard Business School Press (Kapitel 8 und 9).

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

4.1 Charakteristika von Software

4.2 Produktionsmodelle von Software

4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### *Literatur:*

- ▶ Pasche, M., von Engelhardt, S. (2004), Volkswirtschaftliche Aspekte der Open-Source-Softwareentwicklung. *Jenaer Schriften zur Wirtschaftswissenschaft* Nr. 18/2004 (downloadbar über [www.repec.org](http://www.repec.org)).
- ▶ Pasche, M., von Engelhardt, S. (2006), Führt Open-Source-Software zu ineffizienten Märkten? In: Lutterbeck, B. , Bärwolff, M., Gehring, R.A. (Hrsg.), *Open-Source-Jahrbuch 2006* (downloadbar)
- ▶ Quah, D. (2003), Digital Goods and the New Economy. London School of Economics, London, 2003 . CEP Discussion Papers: [cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp0563.pdf](http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp0563.pdf)
- ▶ Shy, O. (2001), *The Economics of Network Industries*. Cambridge
- ▶ von Engelhardt, S. (2006), Die ökonomischen Eigenschaften von Software. *Jenaer Schriften zur Wirtschaftswissenschaft* Nr.14/2006 (downloadbar über [www.repec.org](http://www.repec.org)).

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### **Software als ökonomisches Gut:**

*„Software ist als ein komplexes und rekombinierbares System von Befehlen bzw. Anweisungen zur Datenverarbeitung ein immaterielles und nur in diskreten Einheiten nutzbares Gut.“ (v. Engelhardt 2006)*

Daraus lassen sich einige ökonomisch relevante Besonderheiten dieses Gutes ableiten.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### „System zur Dateiverarbeitung“:

- ▶ Daraus leitet sich die Eigenschaft des *Netzwerkutes* ab.
- ▶ Datenein- und -ausgabe, Datenaustausch auf der Basis eines Standards
- ▶ zentrale Rolle von *Standards* und *Kompatibilität* bei dem Netzwerknutzen.
- ▶ Wichtige Rolle der *Komplementärgüter* (Hardware – Betriebssystem – Anwendungssoftware – Internet – Support)

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### „System von Befehlen und Anweisungen“

- ▶ Software ist ein *Informationsgut* (source code)
- ▶ *Informationsparadoxon*: Bei klassischen Informationsgütern kann der Nutzen der Information erst dann beurteilt (und somit eine Zahlungsbereitschaft formuliert) werden, wenn man die Information hat. Dann aber braucht man das Informationsgut nicht mehr.
- ▶ Aber: Nutzer sind nur an der **Funktion** der Software, nicht an der Information, d.h. am Code interessiert, d.h. die Zahlungsbereitschaft besteht auch für das **binäre Kompilat**, also ohne explizite Offenbarung der Information selbst (anders als z.B. bei Büchern und Zeitschriften)
- ▶ Grundsatzunterscheidung *Closed Source* versus *Open Source Software*

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### „Rekombinierbares“ und „immaterielles Gut“

- ▶ Als immaterielles (digitales) Gut sind die Reproduktionskosten, d.h. die Grenzkosten einer weiteren Einheit derselben Software sind praktisch Null (CD-ROM und Verpackung sind bereits Komplementärgüter).

⇒ **Nichtrivalität beim Konsum!**

- ▶ Dagegen sehr hohe Entwicklungskosten (*First Copy Costs*)
- ▶ Das führt zu einer subadditiven Kostenfunktion mit *sinkenden Durchschnittskosten* pro hergestellter Einheit (Nichtanwendbarkeit der Preis = Grenzkosten Regel).
- ▶ Aufgrund der Rekombinierbarkeit ergeben sich *Verbundvorteile* bei der Produktion (economies of scope)

⇒ Tendenz zum natürlichen Monopol

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

Die Monopolmacht wird begrenzt durch:

- ▶ Heterogene Präferenzen (vgl. Hotelling-Modell)
- ▶ Kompatibilität, gemeinsame Standard
- ▶ technischen Fortschritt, der zu superioren konkurrierenden Systemen führen kann

Folge:

- ▶ Monopol mehr oder weniger „angreifbar“ (*contestable markets*)

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

Nichtrivalität beim Konsum, aber hohe First Copy Costs:

- ▶ Software ist knapp hinsichtlich der zur Entwicklung benötigten Ressourcen.
  - ▶ Ist Software erst einmal entwickelt, ist sie *nicht knapp*, da zu Grenzkosten von Null beliebig reproduzierbar.
  - ▶ Hinsichtlich der Spillovereffekte der Source Code steckenden Information ist Software gewissermaßen *anti-knapp* (anti-scarce resource), d.h. sie stiftet umso mehr Nutzen, je intensiver die in ihr steckende Information genutzt wird.
- ⇒ Zentraler Unterschied in der Allokation von von Closed Source und Open Source.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### „In diskreten Einheiten nutzbar“

- ▶ Die Software funktioniert nur als Ganzes, Teile davon sind völlig wertlos.
- ▶ Mehrere Einheiten derselben Software sind für einen einzelnen Nutzer ebenfalls sinnlos, weil sich das digitale Gut nicht verbraucht. Es wird also genau eine Einheit nachgefragt oder gar nichts.
- ▶ Aufgrund der Nichtabnutzbarkeit ist der Anbieter gezwungen, inkrementelle Innovationen (Updates) zu produzieren, da ansonsten schnell eine Marktsättigung erreicht würde.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### „Komplexes Gut“

- ▶ Unmöglichkeit fehlerfreier Software
- ▶ Debugging als Wertschöpfungsquelle und als Möglichkeit, Updates zu erzeugen
- ▶ Software als **Erfahrungsgut**:
  - ▶ Eigenschaften werden erst im Gebrauch erkennbar
  - ▶ Der Nutzer wird zum erfahrenen Nutzer (Aufbau von *Humankapital*)

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.1 Charakteristika von Software

#### Fazit:

- ▶ Software als Information-, Netzwerk- und Erfahrungsgut mit sehr speziellen Eigenschaften
- ▶ Hohe Entwicklungskosten, aber Nichtrivalität beim Konsum (Grenzkosten Null)
- ▶ Verbundvorteile und positive Wissensspillover bei der Produktion, wenn Source Code zugänglich, jedoch Möglichkeit der Vermarktung ohne Informationsoffenbarung
- ▶ Closed Source versus Open Source Problematik

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### **Closed Source (CSS, proprietäre Software), klassisches Geschäftsmodell**

- ▶ Software wird in einer Prinzipal-Agenten-Beziehung innerhalb eines Unternehmens produziert (Prinzipal = Management, Agent = Entwickler, zwischen beiden besteht ein Kontrakt)
- ▶ Der Prinzipal ist an der Kontrolle und Verwertung der Rechte an der Software interessiert, d.h. er vergibt an den Kunden nur diejenigen Rechte, die dieser mindestens benötigt, um die Software nutzen zu können (Lizenzbestimmungen).
- ▶ Der Source Code (Information) bleibt geschützt, da nur das binäre Kompilat vermarktet wird. Wissens-Spillover-Effekte und Verbundvorteile verbleiben im Unternehmen.
- ▶ Erforschung der Kundenwünsche, Erhöhung von Wechselkosten, hinreichende Innovationsgeschwindigkeit, strategische Markteintrittsbarrieren (z.B. proprietäre Standards) als Erfolgsfaktoren für da Geschäftsmodell.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### Open Source, genau genommen: Freie Software:

- ▶ Software wird von „Projekten“ entwickelt, die in eine „Community“ eingebettet sind (dazu später).
  - ▶ Entwickler und damit IPR-Inhaber verzichten weitgehend auf Kontrolle und geben die Rechte an der Nutzung des Source Codes an den Nutzer:
    - ▶ Recht auf Nutzung,
    - ▶ Recht auf Beseitz des Source Codes,
    - ▶ Recht der Modifikation,
    - ▶ Recht der Weitergabe
- ⇒ Frage der Lizenzbestimmungen.
- ▶ Aufgrund der beliebigen Reproduzierbarkeit ist es zwar theoretisch denkbar, aber faktisch ausgeschlossen, dass der Source Code *selbst* verkauft werden kann ⇒ Marktpreis Null für den Code! Jedoch kann man den Code im Verbund mit Komplementärgütern verkaufen

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### Open Source und Free Software: Definition

- ▶ „Frei“ ist nicht kostenlos! „Frei“ beschreibt die weitgehenden Rechte, die der Nutzer erhält
- ▶ Der Zugang zum Source Code ist eine Implikation „Freier Software“, aber noch kein hinreichendes Kriterium (F/OSS).
- ▶ Die Einräumung solcher Rechte basiert ebenso wie die restriktive Kontrolle bei proprietärer Software auf geistigen Eigentumsrechten der Entwickler.
- ▶ Siehe beispielsweise **fsf.org**

von Engelhardt, S. (2008), Intellectual Property Rights and Ex-Post Transaction Costs: the Case of Open and Closed Source Software. *Jena Economic Research Papers* No. 2008-047.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### F/Oss-Lizenzmodelle (Beispiel):

- ▶ **GPL = GNU General Public License** (siehe [gnu.org](http://gnu.org)):  
„Virale Lizenz“: Wird GPL-ed Code zur Entwicklung weiterer Software verwendet, so muss diese ebenfalls unter der GPL stehen!
- ▶ **BSD-Lizenz:**  
Eine Nutzung des Codes zur Entwicklung proprietärer Software ist in gewissen Grenzen möglich.
- ▶ **Dual Licensing:**  
Ein und dieselbe Software kann mit unterschiedlichen Lizenzen und typischerweise dann zu unterschiedlichen Konditionen erworben werden.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

Durch F/OSS besteht nicht nur *Nichtrivalität bei der Nutzung*, sondern auch *Verzicht auf das Ausschlussprinzip*  $\Rightarrow$  Software als quasi-öffentliches Gut (bei Closed-Source: Club-Gut)

#### „Freiwillige Produktion öffentlicher Güter“? Motive?

- ▶ Intrinsische Motive: Spaß am Programmieren, ideologische Überzeugungen
- ▶ Reputationsaufbau, Signalling
- ▶ Geschäftsmodelle: Vermarktung von Komplementärgütern (Support, Customizing, Administration, Schulung)

Ghosh, R.A. (2005), Understanding Free Software Developers: Findings from the FLOSS Study. In: Feller, J., Fitzgerald, B., Hissam, S.A., Lakhani, K.R. (Eds.), *Perspectives on Free and Open Source Software*. Cambridge and London: MIT Press

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### Community-Produktionsmodell:

- ▶ Oft dezentral, d.h. kein Unternehmen, jedoch Projektteams mit klarer Struktur („Onion-Modell“: Projektleitung, Entwickler, Einzelbeiträge, Debugging, Dokumentation etc.; Mitbeteiligung der Nutzer selbst)
- ▶ Teilweise sind (wesentliche Teile der) Projekte in Firmen angesiedelt; unterschiedliche Beteiligung der übrigen Community (Bsp: Novell SuSE – Open SuSE)
- ▶ Beispiel für überwiegend Community-gestützte Projekte: [gnome.org](http://gnome.org), [debian.org](http://debian.org), [kernel.org](http://kernel.org)
- ▶ Meist keine expliziten Verträge in Projekt-Teams (außer bei Produktion im Rahmen von Firmen)

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### Mögliche Probleme:

- ▶ Unklare Überlebensdauer der Projekte
  - ▶ „Happy Engineering“, fehlende Steuerung durch den Markt
  - ▶ Forking-Problem
  - ▶ Crowding-Out-Effekte bei CSS-Entwicklung
- ⇒ Probleme dürften bei wachsender Firmenbeteiligung abnehmen!

#### Zentrale Vorteile:

- ▶ Maximale Nutzung der Informations-Spillovereffekte, dadurch z.B. hohe Transparenz und Fehlerkontrolle
- ▶ Ressourceneinsatz z.B. beteiligter Firmen verringert sich – Analogie zu FuE-Kooperationen
- ▶ Mögliche höhere statische Effizienz (aus dem Gut „Software“ *allein* können keine Renten abgeschöpft werden)
- ▶ Mögliche höhere dynamische Effizienz durch offene Standards und Wissens-Spillover; höhere Wettbewerbsintensität

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### Beispiele:

- ▶ Linux-Distributoren: RedHat, Novell, Canonical
- ▶ Komplettsystemanbieter, die eine explizite F/OSS-Strategie haben: IBM, Sun
- ▶ Insgesamt steigende Investitionen im F/OSS-Bereich, mehr als 50% der F/OSS werden von Firmenmitarbeitern entwickelt, nur ein kleiner Teil sind „Hobbyisten“.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.2 Produktionsmodelle von Software und Informationsdiffusion

#### Folgen für Wettbewerb:

- ▶ F/OSS impliziert offene Standards und hohe Kompatibilität: leichter Markteintritt (Vielfalt, Wettbewerbsintensität)
- ▶ „Trittbrettfahren“ durch proprietäre Anbieter soll durch „virale“ GPL verhindert werden (Problem!), dadurch jedoch auch Reduktion der Wissensspillover.
- ▶ Wenn Preis für Software (Source Code) Null ist, müssen die Entwicklungskosten über die Komplementärgüter „quersubventioniert“ werden ⇒ Verzerrung der Preisstruktur? ⇒ Fehlallokation?

Pasche, M., von Engelhardt, S. (2006), Führt Open-Source-Software zu ineffizienten Märkten? In: Lutterbeck, B. , Bärwolff, M., Gehring, R.A. (Hrsg.), *Open-Source-Jahrbuch 2006* (downloadbar!)

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

#### Copyright (Urheberrecht) und Patentrecht

- ▶ Unterschiedliche Handhabung in den USA und in Europa; Diskussion um die Europäische Patentrichtlinie um „computerimplementierte Erfindungen“ (verkürzt oft als „Software-Patente“ dargestellt).
- ▶ Entwickler haben grundsätzlich geistige Eigentumsrechte; auch F/OSS-Lizenzmodelle basieren auf geistigen Eigentumsrechten: Der Rechteinhaber kann definieren, welche Rechte der Nutzung, Veränderung, Weitergabe usw. an der Software er dem Nutzer zubilligt.
- ▶ Traditionell: Nur wenige klar definierte Rechte werden entgeltlich an den Nutzer übertragen. Der Rechteinhaber behält die Kontrolle.
- ▶ F/OSS: Es werden sehr weitgehende Rechte übertragen, so dass der Rechteinhaber weitgehend auf Kontrolle verzichtet, daher „**Copy-Left**“ statt Copyright.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

- ▶ Software als Informationsgut: Da eine Vermarktung ohne Offenlegung des Source Codes, d.h. der eigentlichen Information möglich ist, wirkt das Copyright hinsichtlich der möglichen Wissensspillover viel restriktiver als bei anderen Informationsgütern.

#### Patentrecht:

- ▶ Pflicht zur Offenlegung der Information, des Wissens, aber exklusive Verwertungsrechte.
- ▶ Beim Copyright ist die *Ausformung der Idee* geschützt (die Software selbst, der Roman), nicht die dahinter liegende Idee (bestimmte Algorithmen, der Plot des Romans); beim Patent ist die *Idee* und damit sind alle unmittelbaren Umsetzungen der Idee geschützt.
- ▶ Problem bei kumulativen Innovationen.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

#### Anreizproblematik:

- ▶ Klassisches ökonomisches Argument: IPR und die daraus resultierenden kommerziellen Verwertungsmöglichkeiten sind notwendig, um einen *Anreiz zur Wissensproduktion* zu schaffen.
- ▶ Aber: F/OSS, d.h. ein alternativer Gebrauch des bestehenden IPR-Regimes hat sich am Markt als *endogene Institution* entwickelt, d.h. die Anreizproblematik ist offenbar anders gelöst worden (F/OSS-Geschäftsmodelle), vor allem Vorteile aus der breiten Verteilung des Ressourceneinsatzes über die Community und der Komplementärgutentwicklung.
- ▶ Rechtskräftigkeit der GPL schützt dieses Produktionsmodell vor Ausbeutung durch das CSS-Produktionsmodell.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

#### Copyright, Patente und Innovationsprozess:

- ▶ Softwareentwicklung ist ein *inkrementeller Innovationsprozess* – Software als „rekombinierbares Gut“, Nutzbarkeit von Code oder Codeteilen spielt eine zentrale Rolle.
- ▶ Das gilt sowohl innerhalb von Unternehmen (und ggf. deren Komplementärgutherstellern), insbesondere aber innerhalb eine offenen Community.
- ▶ Copyright-Verletzungen bei proprietärer Software spielen fast nur bei „Raubkopien“ etc. eine Rolle, da der Code nicht verfügbar ist; bei F/OSS kann es bei unrechtmäßigen Gebrauch von Code zu Copyrightverletzungen kommen.
- ▶ Ein größeres Problem stellen mögliche (ggf. unbeabsichtigte) Patentverletzungen dar, zumal in den USA auch Trivialpatente möglich sind.
- ▶ Die Gefahr der (ggf. unbabsichtigten) Patentverletzungen ist bei F/OSS nicht höher als bei proprietärer Software; lediglich andere Möglichkeiten des Nachweises.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

#### Strategisches Patentieren:

- ▶ Patente, bei denen es nicht um die kommerzielle Verwertung der patentierten Idee geht, sondern um Behinderung von Konkurrenten, Errichten von Markteintrittsbarrieren, oder Patente als „Währung“:
  - ▶ direkte Blockade des Markteintritts
  - ▶ Konkurrenten müssen „um das Patent herumentwickeln“, besonders schwierig bei „*Patent-Dickicht*“ (patent thickets)
  - ▶ Erhöhung der Kosten durch Patentrecherchen und Kostenrisiken durch potenzielle Rechtsstreitigkeiten
  - ▶ Erhöhung der allgemeinen Unsicherheit („Fear, Uncertainty, Doubts“, FUD), Patene zum Austausch gegen mögliche Patentansprüche Dritter
- ▶ Asymmetrische Wirkung auf große und kleine Firmen
- ▶ Empirisch erhebliche Zunahme strategischer Patente nach Libelaisierung des Patentrechtes in den USA, daher kaum noch Korrelation zwischen Patenten und technischem Fortschritt.

## 4. Fallbeispiel: Softwareindustrie

### 4.3 Rolle der geistigen Eigentumsrechte

#### *Literatur:*

- ▶ Blind, K., et al. (2003), *Erfindungen kontra Patente. Schwerpunktstudie zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung.
- ▶ weitere Literatur auf Anfrage