## 3.2 Makroökonomische Standorttheorien: Raumwirtschaftsmodelle

**Summe individueller Standortentscheidungen** führt zu bestimmten **Raumstrukturen**

- **Modell von Thünen**

  Originär: Modell der Landnutzung in Land- und Forstwirtschaft

  Von Thünen „Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie“

  → Grundmodell der Stadtökonomik (Alonso, 1964): Übertragung auf städtischen Bodenmarkt

- **Modell von Lösch**

  Theorie der Marktnetze: Räumliche Verteilung von Standorten (Produzierendes Gewerbe)

  Lösch „Die räumliche Ordnung der Wirtschaft“

- **Modell von Christaller**

  Theorie zentraler Orte

  Räumliche Verteilung des Dienstleistungsgewerbe

  Christaller „Die zentralen Orte in Süddeutschland“

  Christaller „Die Hierarchie der Städte“

## ● Modell von Thünen

Modell der Landnutzung:

- entwickelt aus theoretischen und empirischen Untersuchungen in der Landwirtschaft
- Erklärung räumlicher Strukturen der Bodennutzung durch raumwirtschaftliche Faktoren

Ausgangsfrage des Thünen-Modells:

In welchen Bereichen einer homogenen Fläche werden die verschiedenen landwirtschaftlichen Produkte unter Beachtung eines ökonomischen Kalküls angebaut bzw. hergestellt

Erkenntnis aus dem Thünen-Modell:

Die verschiedenen landwirtschaftliche Produkte werden in kreisförmigen Ringen um ein Marktzentrum angebaut bzw. hergestellt („Thünenschen Ringe“).

Ausgangspunkt:

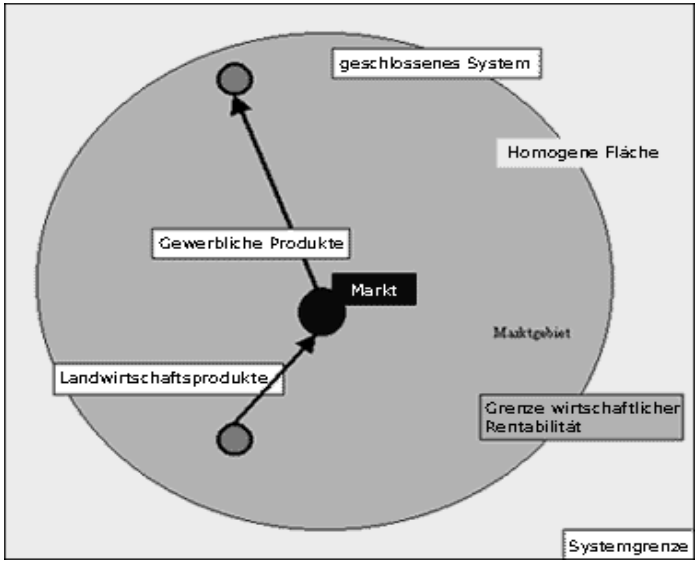
Thünen geht in seinem Modell von einem isolierten Staat, d.h. einem geschlossenen Wirtschaftsraum aus, dessen Zentrum die Stadt bildet. Die städtischen Haushalte fragen landwirtschaftliche Produkte nach und die städtischen Unternehmen bieten industrielle Produkte an.

Thünen-Modell und Stadtökonomie (urban economics):

Das Thünen-Modell ist von Alonso zum Grundmodell der Stadtökonomie weiterentwickelt worden

**Grundannahmen des Thünen-Modells**

- Isolierter Staat mit einer Stadt als punktuelles Zentrum (Standort $S_A$) und Absatzmarkt für agrarische Güter (z.B. Obst, Gemüse, Getreide, Fleisch, Holz)



e-geography.de

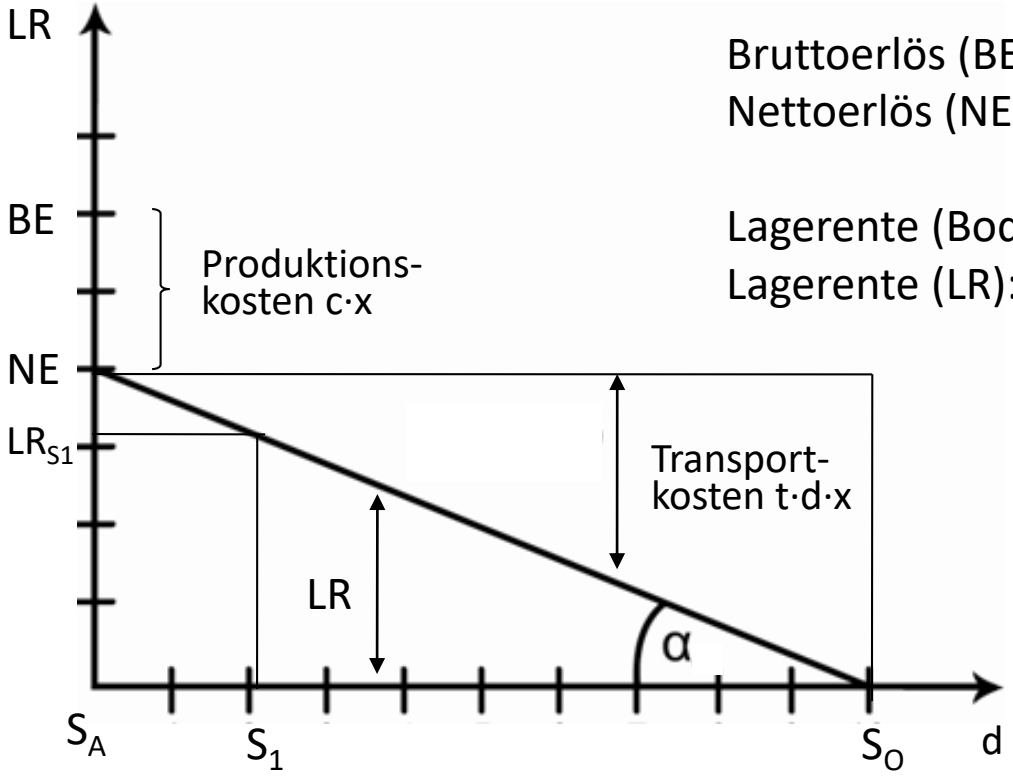
- Homogene landwirtschaftlich nutzbare Fläche gleicher Bodenqualität um das Zentrum
- Konstante spezifische Transportkosten je Entfernungseinheit, d.h. unterschiedliche Transportkostensätze $t_j$ in Abhängigkeit von dem jeweiligen Agrargut j
- Konstante spezifische Grenzkosten der Produktion, $c_j$, d.h. d.h. die Grenzkosten $c_j$ der Produktion eines bestimmten Agrargutes sind konstant, variieren aber zwischen den Agrargütern (vorläufige vereinfachte Annahme)
- Die Preise der einzelnen Agrargüter, $p_j$, ergeben sich bei vollständiger Konkurrenz aus Angebot und Nachfrage (d.h. für Landwirte gegeben), unterscheiden sich jedoch untereinander
- Die Landwirte verfolgen die Zielsetzung der Gewinnmaximierung

# Lagerente (Bodenrente)

Zum Zwecke der Erläuterung des Konzepts der Lagerente (Bodenrente) wird von einer Nutzungsform, d.h. der Produktion eines Landwirtschaftlichen Gutes ausgegangen

x: Anzahl der je Flächeneinheit produzierten Einheiten, die auch abgesetzt werden
d: Entfernung zwischen Produktionsstätte und Absatzort

Abbildung: Lagerente (Bodenrente)




Bruttoerlös (BE) je Flächeneinheit: $BE = p \cdot x$ ,
Nettoerlös (NE): $NE = p \cdot x - c \cdot x = (p - c) \cdot x$

Lagerente (Bodenrente): Gewinn je Flächeneinheit
Lagerente (LR): $LR = (p - c) \cdot x - t \cdot d \cdot x = (p - c - t \cdot d) \cdot x$

Steigung der Lagerentenkurve:
$-\tan \alpha = -t \cdot x$

**Interpretation der Abbildung zur Lagerente**

Die **Lagerente (Bodenrente)** LR ist der Gewinn pro Flächeneinheit (z.B. 1 ha), der sich als Differenz zwischen dem Bruttoerlös BE und den Produktions- und Transportkosten ergibt.

- LR steigt mit zunehmendem Ertrag pro Flächeneinheit und einem höheren erzielbaren Preis des Agrargutes
- LR sinkt mit zunehmenden Grenzkosten der Produktion und damit höheren Produktionskosten
- LR nimmt aufgrund wachsender Transportkosten mit zunehmender Entfernung der Produktionsstandorte vom Zentrum des Konsums (Stadt) ab
- LR ist an der Grenze zur Stadt $S_A$ am höchsten, da hier die Transportkosten gegen 0 gehen
- Am Produktionsstandort $S_1$ beträgt die Lagerente $LR_{S1}$
- Die landwirtschaftliche Produktion ist bis zum Standort $S_O$ wegen LR $\geq 0$ rentabel
- Rechtsseitig vom Standort $S_O$, d.h. an Standorten mit einer größeren Entfernung als $d_{SO}$ vom Zentrum des Konsums ($S_A$) wird das Agrargut nicht mehr produziert, da der Nettoerlös (= Bruttoerlös – Produktionskosten) die Transportkosten nicht mehr deckt
- Da die Steigung der Lagerentenkurve $-t \cdot x$ ist, verläuft sie um so steiler, je höher die spezifischen Transportkosten sind

## Gewinnmaximale Lösung bei neoklassischer Produktionsfunktion

Annahme der Produktion landwirtschaftlicher Produkte auf der Grundlage einer neoklassischen Produktionsfunktion

→ Zunehmende spezifische Grenzkosten der Produktion, d.h. Aufgabe der Annahme vereinfachten Annahme konstanter spezifischer Grenzkosten

Produktion eines landwirtschaftlichen Gutes unter Einsatz von Boden B und k weiterer Produktionsfaktoren $V_1$, $V_2$, …, $V_k$:

(3-4) $$X = X(V_1, V_2, \ldots, V_k, B)$$ (allg. Produktionsfunktion)

Produktion je Flächeneinheit:

(3-5a) $$x = \frac{X}{B} = x\left(\frac{V_1}{B}, \frac{V_2}{B}, \ldots, \frac{V_k}{B}, 1\right)$$ oder (3-5b) $$x = x(v_1, v_2, \ldots, v_k)$$

$v_1$, $v_2$, …, $v_k$: Inputfaktoren pro Flächeneinheit

Neoklassische Produktionsfunktion für k=1:

(3-6) $$x = x(v_1) = \beta \cdot v_1^{\alpha}$$

$v_1$: z.B. Arbeits- oder Maschineneinsatz je Flächeneinheit

Lagerente (Bodenrente) bei neoklassischer Produktionsfunktion für k=1:

(3-7) $$LR = (p - t \cdot d) \cdot x(v_1) - p_{v_1} \cdot v_1$$

$p_{v_1}$ : Preis des Produktionsfaktors $V_1$ (z.B. Arbeitsentgelt oder Kapitalkosten))

Ökonomisches Kalkül der Gewinnmaximierung:

(3-8) $$\frac{dLR}{dv_1} = (p - t \cdot d) \cdot \frac{dx}{dv_1} - p_{v_1} = 0$$

Gewinnmaximierungsregel: Grenzerlös = Preis des Produktionsfaktors

(3-9) $$(p - t \cdot d) \cdot \frac{dx}{dv_1} = p_{v_1}$$

Der Produktionsfaktor wird je Flächeneinheit so intensiv eigesetzt, bis sein Preis seinem Grenzerlös entspricht.

(3-10a) $$\frac{dx}{dv_1} = \frac{p_{v_1}}{p - t \cdot d}$$

mit $x = x(v_1) = \beta \cdot v_1^{\alpha}$ : (3-10b) $$\frac{dx}{dv_1} = \alpha \cdot \beta \cdot v_1^{\alpha - 1} = \frac{p_{v_1}}{p - t \cdot d}$$

- Optimale Einsatzmenge des Produktionsfaktors $V_1$ je Flächeneinheit

(3-11) $$v_1^* = \left( \frac{(p - t \cdot d) \cdot \alpha \cdot \beta}{p_{v_1}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$v_1^*$ ↑, falls p↑, α↑, $p_{v1}$ ↓, d ↓

- Optimale Produktionsmenge x je Flächeneinheit

(3-12) $$x^* = \beta \cdot (v_1^*)^{\alpha} = \beta \left( \frac{(p - t \cdot d) \cdot \alpha \cdot \beta}{p_{v_1}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

- Gleichgewichtige Lagerente LR je Flächeneinheit

(3-13) $$LR^* = (p - t \cdot d) \cdot x^* - p_{v_1} \cdot v_1^* = \frac{(\frac{1}{\alpha} - 1) \cdot ((p - t \cdot d) \cdot \alpha \cdot \beta)^{1/(1-\alpha)}}{p_{v_1}{}^{\alpha/(1-\alpha)}}$$

$LR^*$ ↑, falls p↑, $p_{v1}$ ↓, d ↓

**Beispiel: Fall eines landwirtschaftlichen Produkts**

Parameter:
t = 0,1 (Transportkostensatz), $\alpha$=0,9 (Produktionselastizität des Faktors $V_1$),
$\beta$=2 (Stand des techn. Fortschritts)

gegebene Preise:
p=2 (Preis des landwirtsch. Produkts), $p_{v1}$=1,5 (Preis des Inputfaktors $V_1$)

Produktionsfunktion: $x = 2 \cdot v_1^{0,9}$

Beziehung zwischen dem optimalen Faktoreinsatz und der Entfernung vom Absatzort:

$$v_1^* = \left( \frac{(2 - 0{,}1 \cdot d) \cdot 0{,}9 \cdot 2}{1{,}5} \right)^{\frac{1}{1-0{,}9}} = 6{,}1917 \cdot (2 - 0{,}1 \cdot d)^{10}$$

Da der Grenzerlös

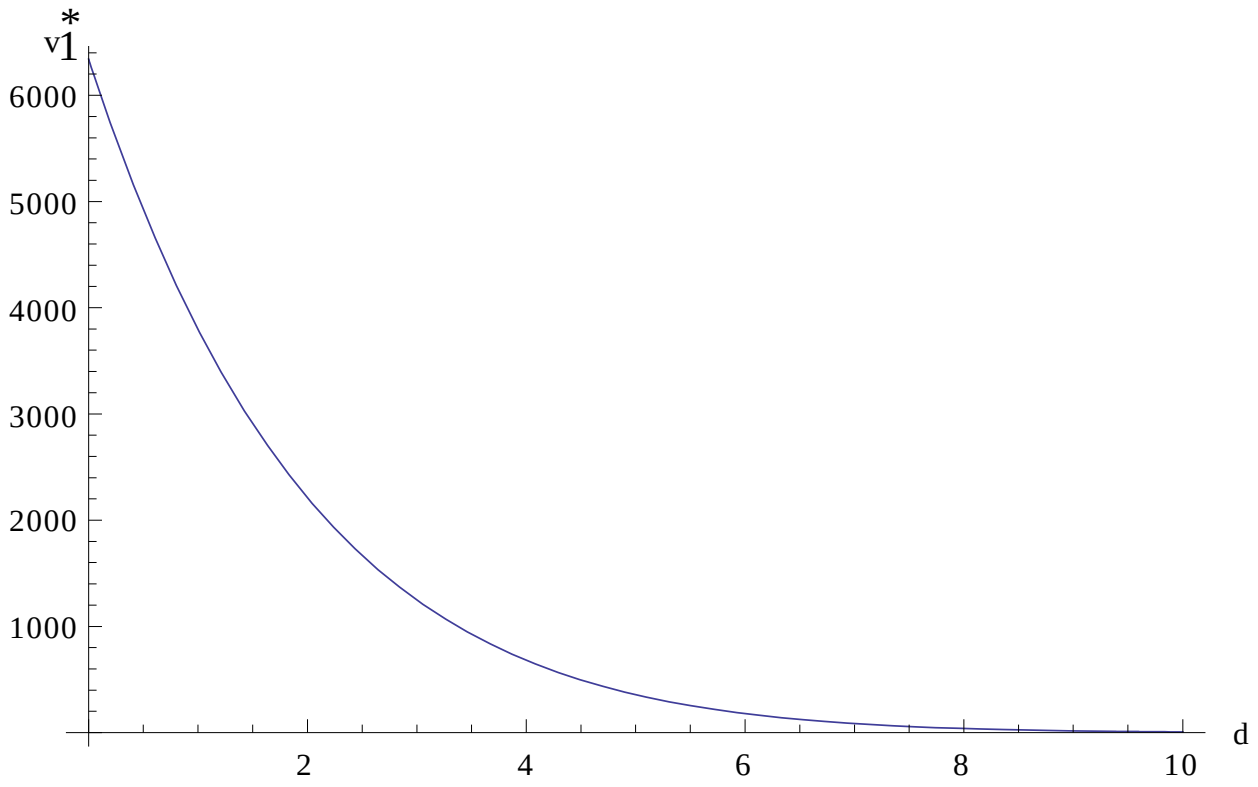
$$GE = (p - t \cdot d) \cdot \frac{dx}{dv_1}$$

mit zunehmender Entfernung d zum Absatzort kleiner wird und die Grenzproduktivität dx/dv1 mit wachsendem v1 abnimmt, ergibt sich nach der Gewinnmaximierungsregel

$$(p - t \cdot d) \cdot \frac{dx}{dv_1} = p_{v_1}$$

ein negativer Zusammenhang zwischen $v_1^*$ und d.

Abbildung: Beziehung zwischen dem optimalen Faktor-
einsatz und der Entfernung vom Absatzort



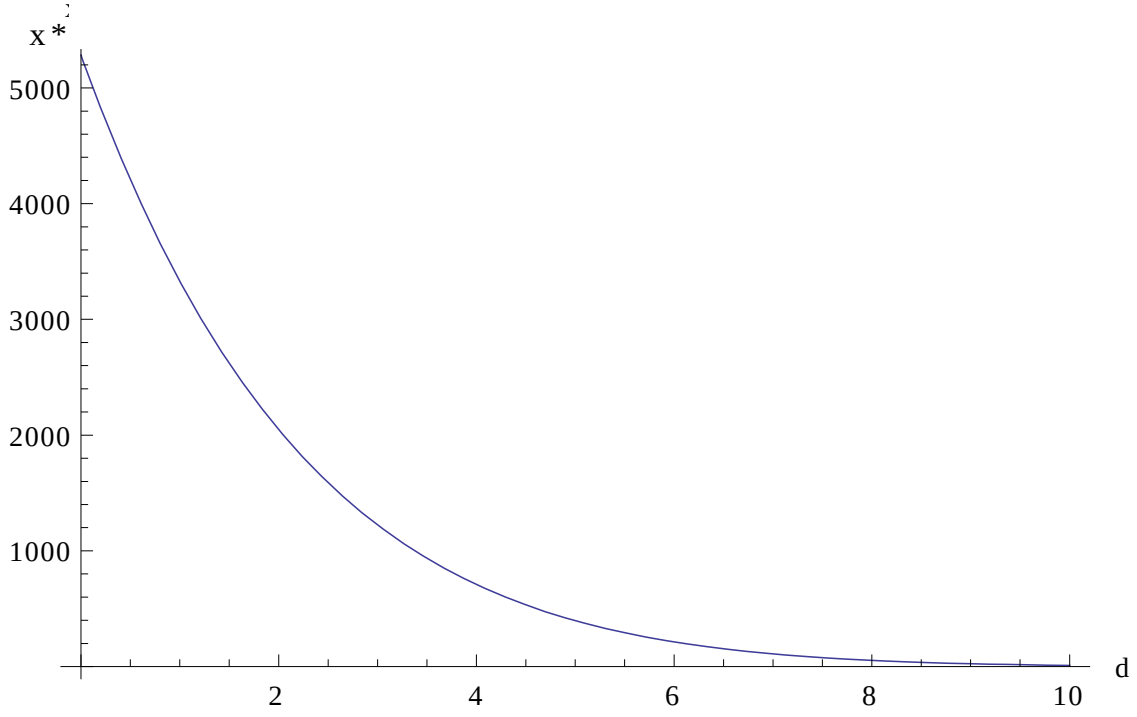

Negativer Zusammenhang zwischen $v_1^*$ und d:

Die Kurve verläuft um so steiler, je höher der Transportkostensatz t ist.

Beziehung zwischen der optimalen Produktionsmenge und der Entfernung vom Absatzort:

$$x^* = 2\left(6{,}1917 \cdot (2 - 0{,}1 \cdot d)^{10}\right)^{0{,}9} = 10{,}3196\,(2 - 0{,}1 \cdot d)^9$$

Abbildung: Beziehung zwischen der optimalen Produktions-
menge und der Entfernung vom Absatzort




Negative Beziehung zwischen $x^*$ und d:

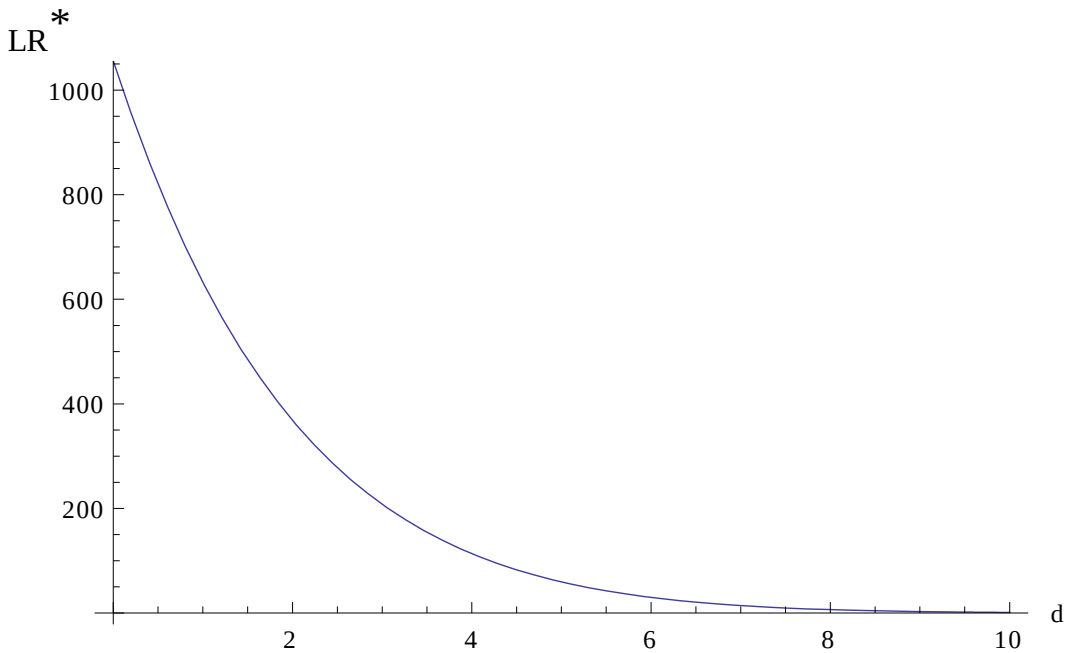
da $x^*$ positiv von $v_1^*$ abhängt und die Beziehung zwischen $v_1^*$ und d negativ ist

Die Kurve verläuft um so steiler, je höher der Transportkostensatz t ist.

Beziehung zwischen der gleichgewichtigen Lagerente und der Entfernung vom Absatzort:

$$LR^* = 1{,}032 \cdot (2 - 0{,}1 \cdot d)^{10}$$

Abbildung: Beziehung zwischen der gleichgewichtigen Lagerente und der Entfernung vom Absatzort




$LR^*$ nimmt mit wachsender Entfernung d vom Absatzort ab

Die Kurve verläuft um so steiler, je höher der Transportkostensatz t ist.

Anbaubereich des Gutes:

$S_A$ (d=0) bei $LR^*(d=0) = 1057$ bis d=20 bei $LR^*(d=20) = 0$

Für d>20 ist die Produktion des Gutes wegen LR*<0 nicht mehr lohnend. □

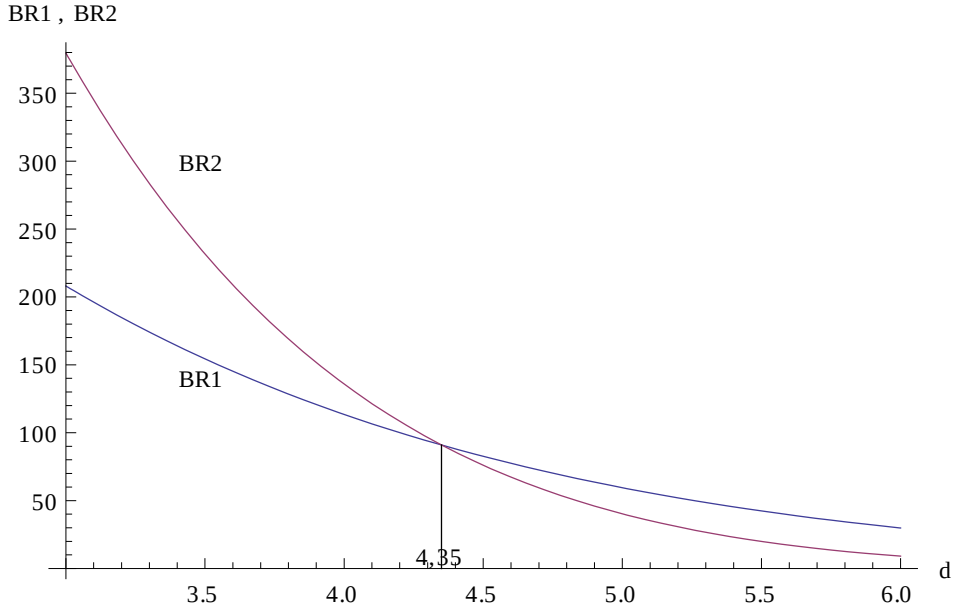
**Beispiel: Fall zweier landwirtschaftlicher Produkte**

Parameter: $t_1$= 0,1 und $t_2$=0,3
Gut 1: $\alpha$=0,9 und $\beta$=2, Gut 2: $\alpha$=0,85 und $\beta$=2,5
Preis des Inputfaktors $V_1$: $p_{v1}$=1,5
Preise der Agrargüter: Gut 1: $p_1$=2, Gut 2: $p_2$=3

Beziehung zwischen den gleichgewichtigen Lagerenten und der Entfernung vom Absatzort:

$$LR_1^* = 1{,}032 \cdot (2 - 0{,}1 \cdot d)^{10} \quad \text{und} \quad LR_2^* = 2{,}6991 \cdot (3 - 0{,}3 \cdot d)^{6{,}6667}$$

Abbildung: Beziehung zwischen den gleichgewichtigen Lagerenten zweier Agrargüter und der Entfernung vom Absatzort




Nutzung der landwirtschaftl. Fläche:

Bereich $0 < d \leq 4{,}35$: Anbau des Gutes 2, da $0 < LR^*_1 < LR^*_2$

Bereich $4{,}35 < d \leq 20$: Anbau des Gutes 1, da $LR^*_1 > 0$ und $LR^*_1 > LR^*_2$

Bereich $d > 20$: Anbau der Güter 1 und 2 lohnt sich nicht, da $LR^*_1 < 0$ und $LR^*_2 < 0$

Gewinn bei Gut 2 (1): 5271 GE (129 GE), Gesamtgewinn: 5400 GE

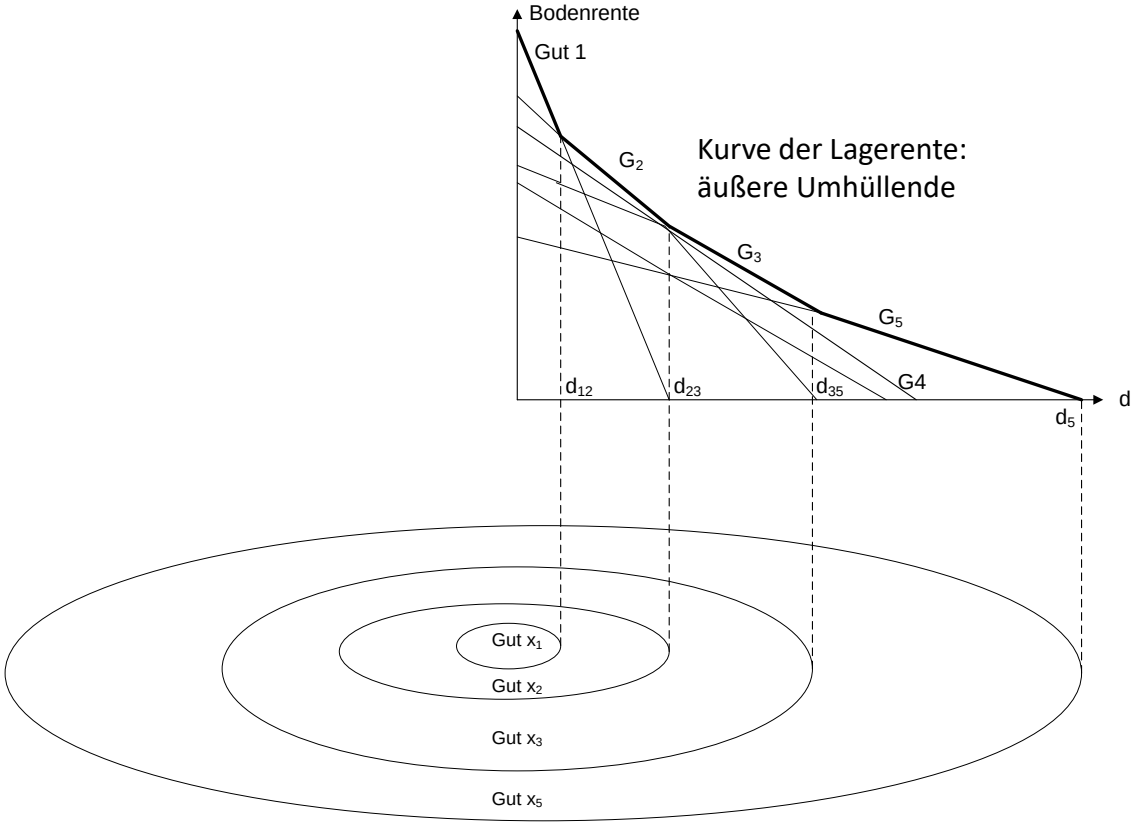
## Fall mehrerer landwirtschaftlicher Produkte

Im allgemeinen Fall mehrerer landwirtschaftlicher Güter für den Anbau des Gutes k auf einer Fläche, wenn die Bedingung

$$LR_k^* > \text{Lagerente aller übrigen Agrargüter} \quad \text{und } LR_k^* > 0$$

erfüllt ist.

Abbildung: Beziehung zwischen den gleichgewichtigen Lagerenten bei fünf Agrargütern und der Entfernung vom Absatzort



**Thünensche Ringe**

Landwirtschaftliche Fläche um das Zentrum $S_A$ in Form von Konzentrischen Kreisen führen zu einer ringförmigen Flächennutzung

Steilheit des Verlaufes der Beziehung zwischen $LR_k^*$ und d:

Je höher die Transportkosten für die pro Flächeneinheit erzeugten Güter sind, umso stärker drängt die Produktion dieses Gutes in die Nähe der Stadt

Aufteilung der landwirtschaftlichen Fläche:

Anbau des Gutes 1: zwischen 0 und $d_{12}$
Anbau des Gutes 2: zwischen $d_{12}$ und $d_{23}$
Anbau des Gutes 3: zwischen $d_{23}$ und $d_{35}$
Anbau des Gutes 5: zwischen $d_{35}$ und $d_5$

Keine landwirtschaftliche Nutzung: jenseits von $d_5$
→ Negative Landrenten für alle Agrargüter

Verzicht auf den Anbau des Gutes 4:
in keinem Raumpunkt ist $LR^*_4$ > als die Lagerente der übrigen Güter

# Landnutzungsformen nach von Thünen

Übersicht: Landnutzungsformen nach von Thünen

| Zone | Prozent der Fläche | Form | Produktion |
|---|---|---|---|
| 0 | 0,1 | Urbane Siedlungsform | industrielle Produkte |
| 1 | 1 | Intensive Landwirt-schaft | Milch, Gemüse |
| 2 | 3 | Wald | Feuerholz, Bauholz |
| 3a | 3 | extensive Landwirt-schaft | Roggen |
| 3b | 30 | | Kartoffeln |
| 3c | 25 | | Getreide |
| 4 | 38 | Viehzucht | tierische Produkte |
| 5 | - | Ödland | - |

Hohe spezifische Transportkosten nach von Thünen:

- bei leicht verderblichen Agrargütern aufgrund nicht vorhandener Kühlungsmöglich-keiten (z.B. Milch, Obst, Gemüse)
- bei Agrargütern mit hohem Gewicht (z.B. Bauholz, Feuerholz)

## Flächennutzungen in einer Stadt und Thünen-Modell

Thünen-Modell macht raumprägende Faktoren (insbes. die Lagerente) transparent, die von dem Grundmodell der Stadtökonomie (urban economics) aufgegriffen worden sind

Grundmodell der Stadtökonomie:

- verschiedene in Konkurrenz miteinander stehende Flächennutzungen haben unterschiedliche Lagerentenfunktionen
- Nutzungen mit hohen Agglomerationsvorteilen und hohen Transportkosten drängen in das Zentrum der Stadt
- Nutzungen mit geringen Agglomerationsvorteilen und geringen Transportkosten werden an die Peripherie gedrängt
- Zentrenring: Ansiedlung hochwertiger Dienstleistungen
- um Zentrenring: konzentrische Ringe mit industrieller Nutzung (einschließlich geringwertigem Wohnen) sowie Park- und Grünflächen (einschließlich hochwertigem Wohnen)
- Peripherie (Fläche jenseits der Stadtgrenze):
  wenn die vom Zentrum zum Rand der Stadt hin fallende Lagerente unter die Rente landwirtschaftlicher Nutzung sinkt