

# Anwendung regelkreisbasierter Simulationsmethoden in der Verkehrsplanung



**UNRAT  
STADTRAD**

**viennabike** eine Systemanalyse

---

**Barbara Kunisch – 9826381**  
**Günther Huber – 9825112**  
**Markus Unterreiter – 9525523**

**Betreuer: Univ. Ass. Dr. Günter Emberger**

Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
TU – Wien

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ERFAHRUNGEN AUS ANDEREN STÄDTEN</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 ERWARTUNGEN AN GRATIS STADTRÄDER</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 PROBLEME</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3 LÖSUNGSANSÄTZE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. DAS WIENER STADTRAD – VIENNABIKE</b> .....	<b>5</b>
<b>4. CAUSAL-LOOP-DIAGRAMM:</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1 SYSTEMBESCHREIBUNG:</b> .....	<b>8</b>
<b>5. DARSTELLUNG IN STELLA</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1 VERWENDETE VARIABLEN</b> .....	<b>10</b>
<b>5.2 VERWENDETE FORMELN</b> .....	<b>11</b>
<b>5.3 ALLGEMEINES</b> .....	<b>18</b>
<b>6. SENSIBILITÄTSANALYSE:</b> .....	<b>19</b>
<b>7. RÜCKBLICK UND AUSBLICK</b> .....	<b>22</b>
<b>8. ANMERKUNG</b> .....	<b>23</b>
<b>8.1 LEHRVERANSTALTUNG</b> .....	<b>23</b>
<b>8.2 ZUSAMMENARBEIT IN DER GRUPPE</b> .....	<b>24</b>
<b>8.3 PROJEKT VIENNABIKE</b> .....	<b>24</b>

## 1. Aufgabenstellung

Gratis Stadträder erfreuen sich einer immer größeren Beliebtheit rund um die Welt. Ab heuer gibt es diese Idee auch in Wien. Wir versuchen im Folgenden die Idee „Stadtrad“ ein wenig zu beleuchten und Erfahrungen aus anderen Städten zusammenzufassen.

In einem weiteren Schritt wollen wir mit Hilfe der **Causal-Loop-Methode** dem System selbst auf den Grund gehen. Welche Einflußfaktoren sind für das Gelingen bzw. Scheitern dieser Idee von Bedeutung? Welche Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Einflußfaktoren bestehen?

## 2. Erfahrungen aus anderen Städten

Nachfolgend zeigen wir kurz auf, welche Erfahrungen es mit gratis Stadträdern in anderen Städten gibt. Zum vertieften Studium möchten wir auf eine interessante Homepage mit vielen Links zum Thema „Community Bicycle Programs“ verweisen: [www.ibike.org](http://www.ibike.org)

### 2.1 ERWARTUNGEN AN GRATIS STADTRÄDER

- Ein Verkehrsmittel zur Verfügung stellen für Wege, die zu lange zum Gehen und zu kurz für eine Fahrt mit einem öffentlichen Verkehrsmittel sind. (Kopenhagen, White Bikes)
- Junge Leute werden in der Reparatur der Räder eingeschult und sollen soziale Verantwortung und gegenseitige Hilfe lernen. Man hofft diese dadurch von „Gangs“ fernhalten zu können. Weitere erwartete Vorteile sind weniger AutofahrerInnen durch mehr RadfahrerInnen, weniger Luftverschmutzung, körperliche Fitness der StadteinwohnerInnen und besserer Gesundheitszustand der Menschen. (Denver, Cheker Bikes)
- Alte Räder werden von der Stadtbevölkerung gespendet und nach einer Inspektion und allfälligen Reparatur rosa angemalt. Sie stehen dann für eine gebührenfreie Benutzung im Stadtgebiet zur Verfügung. (Olympia, Pink Bikes)
- Aus recycelten Rädern eine Transportmöglichkeit schaffen, die Spaß macht, umweltfreundlich und wirtschaftlich ist. (Minneapolis, St. Paul Yellow Bikes)

## 2.2 PROBLEME

- Die Leute wissen nicht, daß sie die Räder nur in einem bestimmten Gebiet benutzen dürfen (z.B. Stadtzentrum).
- Nach dem Einkauf in einem Geschäft steht das Rad nicht mehr vor dem Geschäft.
- Diebstähle.
- Vandalismus.
- Man findet oft kein Rad wenn man es braucht (Zuwenig Standorte/Räder).
- Die Räder sind in schlechtem Zustand und für eine sichere Nutzung nicht mehr geeignet (Z.B. kaputte Bremsen und Reifen). Vor allem passiert dies, weil kleine Mängel nicht gemeldet werden und irgendwann sind die Räder in größerem Umfang unbrauchbar.
- Die Räder sind manchmal zu groß oder zu klein für den/die BenutzerIn.
- Am Ende einer Saison sind fast keine Räder mehr vorhanden.

## 2.3 LÖSUNGSANSÄTZE

- BenutzerInnenregeln genau anschreiben, am besten auf jedes Rad.
- Strafen für Benutzung außerhalb des Aktionsgebietes bzw. für Widmungsfremde Benutzung.
- Durch Verdrehen des Sattels um 90° wird das Rad vor einem Geschäft als besetzt angezeigt. Man kann dann nach dem Einkauf „sein“ Rad für den Heimweg „reservieren“.
- Um mit einem Rad fahren zu dürfen, muß man zuerst einen Betrag ca. in der Höhe von 10 Euro einzahlen. Danach kann man mit einer Karte die Räder von einer beliebigen Absperrung lösen (Ähnlich einer Mitgliedskarte in Bibliotheken).
- Bei Non-Profit Organisationen werden Radständer aufgestellt und nur dort darf ähnlich wie in einer Bibliothek ein Rad ausgeborgt bzw. zurückgegeben werden. Die Persönlichen Daten sind im Computer gespeichert. Es wird zusätzlich versucht diesen Non-Profit Organisationen (z. B. Flüchtlings- oder Obdachlosenheim, Einrichtungen für Arbeitslose, Immigrationseinrichtungen, Behindertenwerkstätten, Jugendbetreuungseinrichtungen, Strafanstalten, ...)

Kurse anzubieten, um MitarbeiterInnen dieser Organisationen die Möglichkeit zu geben, kleinere Schäden an den Räder selber zu reparieren.

- Eine etwas eigene Strategie um Diebstählen vorzubeugen: „Marko is a bike specially designed for free bike programs. „It is heavy, not comfortable, fitted with low efficient transmission and brakes“ to discourage theft.“

### 3. Das Wiener Stadtrad – viennabike

Im Mai 2002 wurden in 8 Bezirken (1, 3-9) 207 Standorte aufgestellt in denen 1500 Fahrräder, blau und rosa angemalen, gegen ein Pfand von 2 Euro ausgeliehen werden können. Ähnlich wie bei einem Einkaufswagen ist das Rad an einer Kette festgehängt, die sich bei Einwurf der 2 Euro Münze löst. Bei Abstellen des Rades an einer beliebigen Station bekommt man die Münze zurück.

Ziel ist es, einen Umstieg der Wiener Stadtbevölkerung auf das Fahrrad für kurze Wege zu erleichtern.

Die Benützungsvorschriften lauten:

- Dieses Gratis-Stadtrad **viennabike** ist Eigentum des Vereins Fahrradclub Viennabike.
- Die Benützung des **viennabike** ist gratis und erfolgt auf eigene Gefahr.
- Die Entnahme aus einem Bike-Terminal erfolgt durch Einwurf einer 2-Euro-Münze, die bei Rückgabe in einem Bike-Terminal retourniert wird. Das Pfandsystem befindet sich unter dem Sattel.
- Das **viennabike** darf nur in den Wiener Gemeindebezirken 1, 3-9 und im Bereich Westbahnhof benützt werden.
- Nach Benutzung ist das **viennabike** in einem dafür vorgesehenen Bike-Terminal zurückzustellen.
- Widmungsfremde Verwendung, mutwillige Beschädigung, sowie Diebstahl werden strafrechtlich verfolgt.
- Es gilt die Straßenverkehrsordnung (StVO). Die Benutzung ist erst ab dem vollendetem 12. Lebensjahr erlaubt, mit Fahrradausweis schon ab dem vollendetem 10. Lebensjahr.

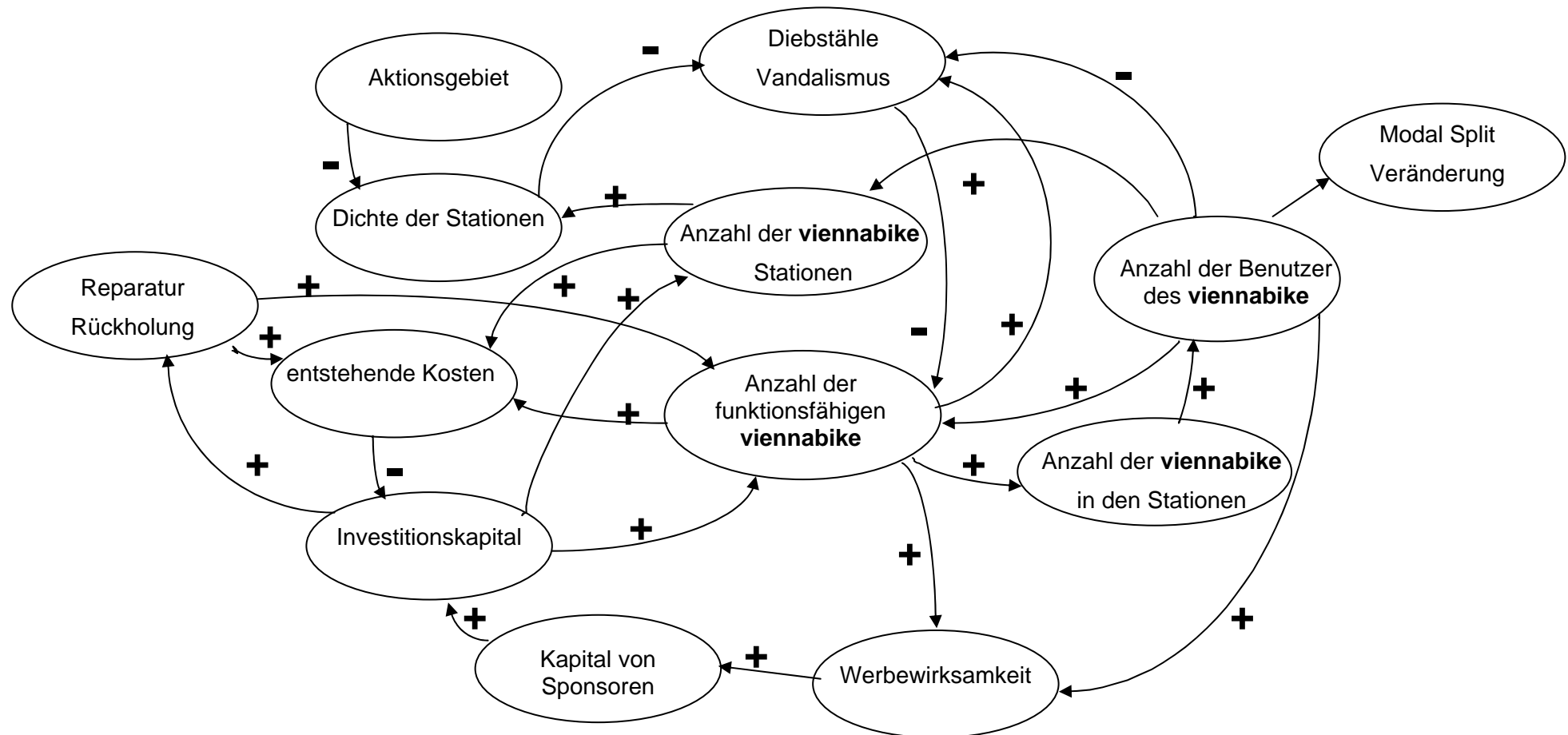
Leider kam ein Monat später die Ernüchterung. Der Verlust vieler Räder führte zu einer drastischen Reaktion seitens des Betreibers. Auf der Homepage konnte man am 2. Juni 2002 folgendes lesen:

*„Im Mai 2002 wurde mit den "Viennabikes" ein neues Verkehrssystem innerhalb des Gürtels und des Donaukanals installiert. **Dieses Verleihsystem kann aufgrund häufiger missbräuchlicher Verwendung nicht weiter aufrecht erhalten werden.** Das eigentliche Ziel, jederzeit ein Fahrrad benützen zu können, war nicht mehr gegeben.*

***Die Räder werden deshalb eingezogen und stehen mit Anfang Juli 2002 wieder zur Verfügung.** Eine neue Entnahmeart, die eine Registrierung der Benutzer/innen mittels SMS erfordert, soll eine bessere Verfügbarkeit gewährleisten.“*

Eine traurige Bilanz. Welche Gründe könnten dahinter stecken um die Idee des gratis Stadtrades zu verwirklichen? Wir versuchen nun im nachfolgenden, mit Hilfe der Causal-Loop-Methode herauszuarbeiten, welche Einflußfaktoren für das Gelingen bzw. Scheitern dieser Idee von Bedeutung sind.

#### 4. CAUSAL-LOOP-DIAGRAMM:



#### 4.1 SYSTEMBESCHREIBUNG:

Zentrale Größe des Systems ist die Anzahl der **viennabike** BenutzerInnen, da diese direkt in die Modal Split Verteilung eingeht und hier eine Verschiebung in Richtung des Radverkehrs bewirkt. Sie ist definiert als all jene Personen (BürgerInnen oder Touristen), die das Angebot des **viennabike** annehmen und es für kurze Wege in der Inneren Stadt benutzen. Sie wird beeinflusst von der Anzahl der **viennabikes** in den Stationen, denn wenn die Verfügbarkeit gegeben ist (darunter fällt auch ob ein Rad in der Station zur Ausleihe bereit steht), wird das Angebot von einer großen Personenanzahl angenommen werden.

Die Anzahl der **viennabike** BenutzerInnen hat Auswirkungen auf die Werbewirksamkeit (ein umso größeres/kleineres Publikum wird über die Aufdrucke am Rad erreicht). Diese hängt auch von der Zahl der funktionsfähigen Räder ab, welche mit der effektiven Werbefläche gleichgesetzt werden kann. (Noch nicht betrachtet ist die Erhöhung des Bekanntheitsgrades durch mehr NutzerInnen).

Direkt abhängig von der Werbewirksamkeit ist das von den Sponsoren zur Verfügung gestellte Kapital, wobei in der Modellierung ein jährlicher Fixzuschuss der Stadt Wien eingerechnet wird. Mit dem vorhandenen Kapital abzüglich der entstehenden Kosten (hauptsächlich durch Reparatur und Rückholung, aber auch durch Instandhaltungskosten der Stationen), also dem Investitionskapital kann nun die Anzahl der funktionsfähigen **viennabikes** und die Anzahl der **viennabike** Stationen erhöht werden.

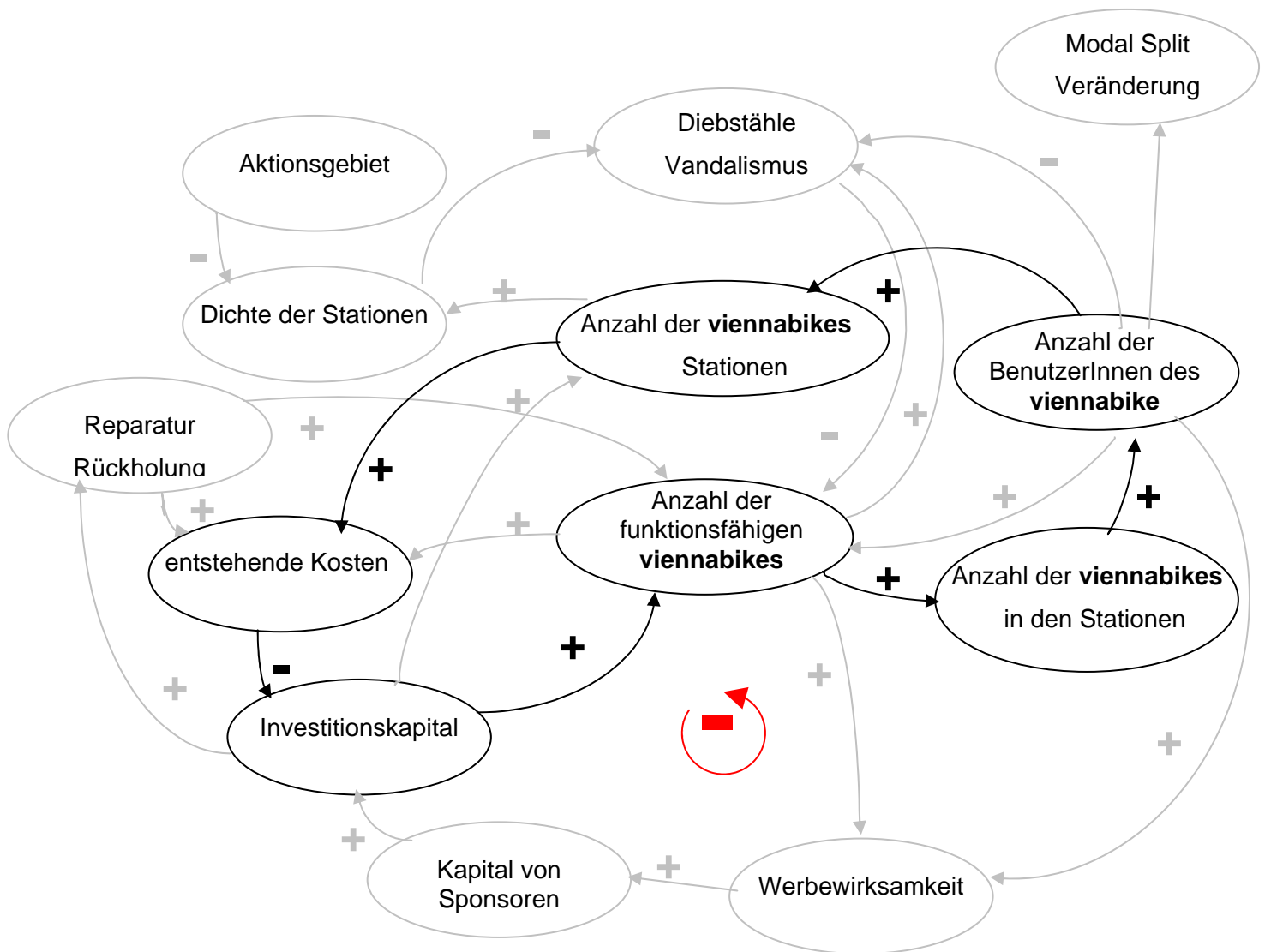
Als weitere Kenngröße des Systems kann man die Anzahl der funktionsfähigen **viennabikes** ansetzen, diese wird hauptsächlich durch Diebstahl und Vandalismus reduziert. Hierbei ist auch die umgekehrte Beeinflussung zu betrachten: Wenn die Gesamtzahl an **viennabikes** steigt und sich damit die Wahrscheinlichkeit, dass sich in direkter Nähe des Startortes ein Rad befindet erhöht, ist die Notwendigkeit ein **viennabike** wie ein Privatrad in den Hinterhof zu stellen geringer. Auch eine Steigerung des öffentlichen Bewusstseins geht Hand in Hand mit dem Anstieg der Anzahl der funktionsfähigen **viennabikes** und wirkt sich auf Diebstahl und Vandalismus reduzierende aus.

Als dritte Kenngröße ergibt sich die Anzahl der **viennabike** Stationen, diese verändert sich proportional zu der BenutzerInnenanzahl, wobei immer das Geld den

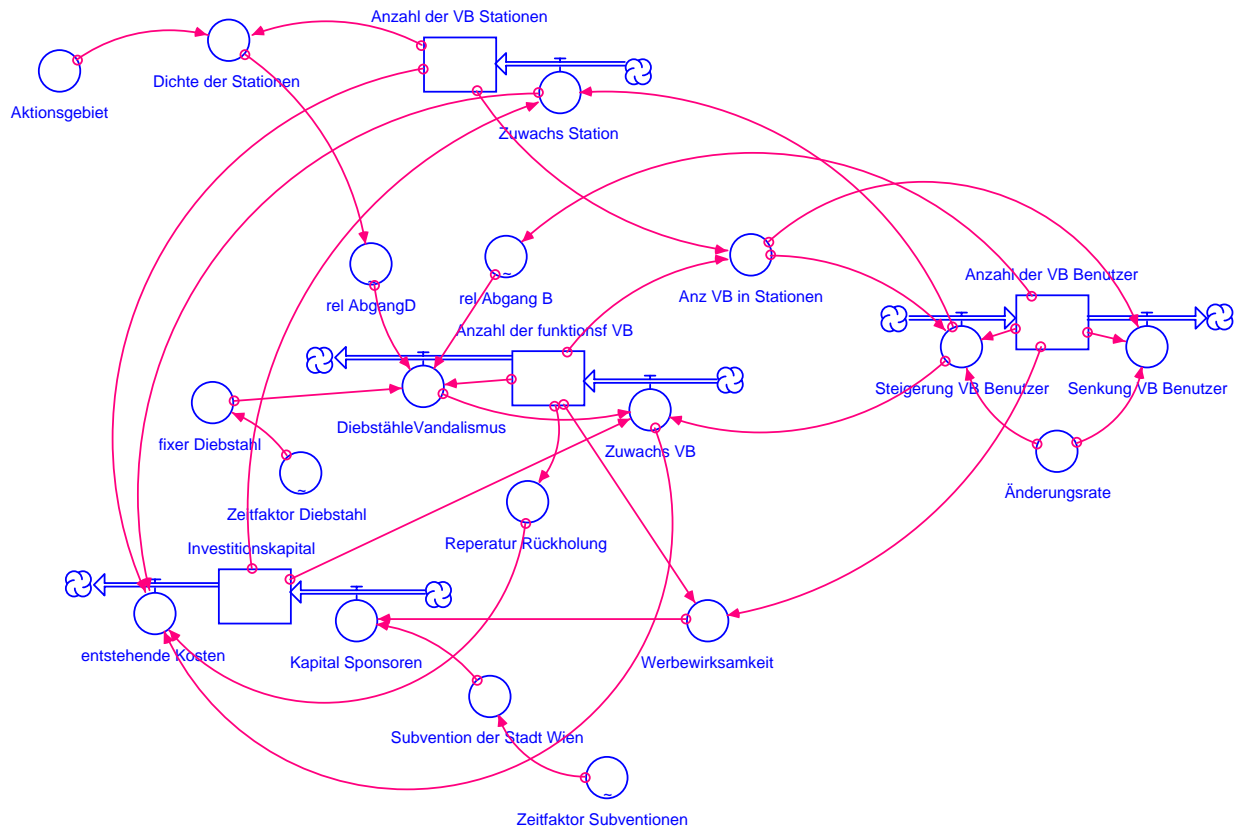


limitierenden Faktor darstellt. Diese Größe geht direkt in die Dichte der Stationen ein, welche wiederum einen Einfluss auf Diebstahl und Vandalismus hat, mit der gleichen Begründung, die schon für die Anzahl der funktionsfähigen viennabikes galt.

Als einzelne Regelkreise betrachtet ergeben sich negative (regulierende) Regelkreise über die Entität entstehende Kosten (BenutzerInnenanzahl - Anzahl der funktionsfähigen **viennabikes** - entstehende Kosten – Investitionskapital - Anzahl der funktionsfähigen **viennabikes** – Anzahl der viennabikes in den Stationen – BenutzerInnen) und ansonsten generell positive (exponentielle) Regelkreise.



## 5. Darstellung in STELLA



### 5.1 VERWENDETE VARIABLEN

<i>Aktionsgebiet</i>	Fläche auf der man das <b>viennabike</b> benutzen darf
<i>Änderungsrate</i>	Jener Prozentsatz um den die Benutzer je nach Anzahl der <b>viennabike</b> in den Stationen zu- oder abnehmen
<i>Anzahl_der_VB_Benutzer</i>	Anzahl der Personen die das <b>viennabike</b> benutzen
<i>Anzahl_der_VB_Stationen</i>	Anzahl der <b>viennabike</b> Stationen im Aktionsgebiet
<i>Anzahl_funktionsf_VB</i>	Zahl der <b>viennabike</b> die fahrtüchtig im System vorhanden sind
<i>Anzahl_VB_in_Stationen</i>	Zahl der funktionsfähigen <b>viennabike</b> in den Stationen
<i>Dichte_der_Stationen</i>	Stationsdichte im Aktionsgebiet
<i>Diebstähle_Vandalismus</i>	Zahl jener <b>viennabike</b> die durch Diebstahl oder Vandalismus dauerhaft dem System entzogen werden
<i>Entstehende_Kosten</i>	Verringerung des Investitionskapitals durch Ausgaben
<i>Fixer_Diebstahl</i>	Prozentanteil der Räder die unabhängig anderer Einflüsse aus dem System entfernt wird

<i>Investitionskapital</i>	Kapital welches dem Betreiber für Ankäufe, Betriebskosten und dgl. Zur Verfügung steht
<i>Kapital_Sponsoren</i>	Einnahmen für den Betreiber
<i>Rel_Abgang_D</i>	relativer Rückgang der funktionsfähigen <b>viennabike</b> aufgrund der Stationsdichte (0 bis 20%)
<i>Rel_Abgang_B</i>	relativer Rückgang der funktionsfähigen <b>viennabike</b> aufgrund der Benutzeranzahl (0 bis 10%)
<i>Reparatur_Rückholung</i>	Kosten die dem Betreiber durch Reparaturen und Rückholung entstehen
<i>Senkung_VB_Benutzer</i>	Abnahme der Personen die das <b>viennabike</b> benutzen
<i>Steigerung_VB_Benutzer</i>	Zunahme der Personen die das <b>viennabike</b> benutzen
<i>Subvention_der_Stadt_Wien</i>	Jener Betrag, den die Stadt Wien jährlich dem Projekt zukommen läßt
<i>Werbewirksamkeit</i>	Attraktivität für Unternehmer auf dem <b>viennabike</b> für sich Werbung zu machen
<i>Zeitfaktor_Diebstahl</i>	Korrektur des Anteils der gestohlenen <b>viennabike</b> in Abhängigkeit mit der Zeit
<i>Zeitfaktor_Subvention</i>	Korrektur der zugeflossenen Gelder von der Stadt Wien an den Betreiberverein in Abhängigkeit mit der Zeit
<i>Zuwachs_Station</i>	Zuwachs an <b>viennabike</b> Stationen (auch nicht ganzzahlige Werte möglich)
<i>Zuwachs_VB</i>	Zahl jener <b>viennabike</b> die durch Ankauf wieder in das System gelangen (auch nicht ganzzahlige Werte möglich)

## 5.2 VERWENDETE FORMELN

Der im Kasten stehende Text stellt den Syntax in der Stellaprogrammierung dar. Das Programm ist unter **stand0.stm** gespeichert.

### 5.2.1 Aktionsgebiet

$\boxed{19,6}$  km<sup>2</sup>

Das Aktionsgebiet ist jene Fläche innerhalb des Gürtels. In diesem Bereich ist das Verwenden des **viennabike** gestattet.

### 5.2.2 Dichte der Stationen

Anzahl der VB Stationen/Aktionsgebiet

Die Anzahl der **viennabike** Stationen gebrochen durch das Aktionsgebiet ergibt einen Wert für die Dichte der Stationen. Die für uns maximale Dichte wurde mit 400 angenommen. Sie berechnet sich aus der Annahme, alle 50 m eine Station vorzufinden. Das würde bedeuten, dass im Bereich innerhalb des Gürtels rund 7800 Stationen aufgestellt werden würden.

### 5.2.3 Anzahl der VB Stationen

207 Stationen

Der Startwert der Stationen ist mit 207 festgelegt worden. Genau so viele Stationen wurden anfänglich in Wien errichtet. Je mehr Stationen errichtet werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit in unmittelbarer Nähe eine Solche vorzufinden und somit muss das **viennabike** nicht mehr so zwingend mit nach Hause genommen werden.

### 5.2.4 Zuwachs Station

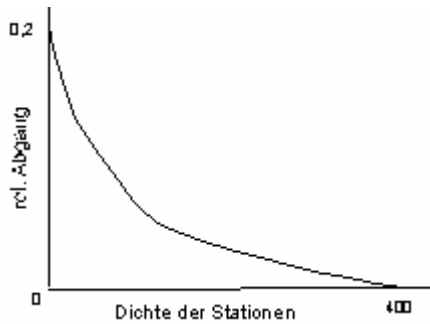
```
If Steigerung_VB_Benutzer/1000 < 0 then 0 else  
If Steigerung_VB_Benutzer/1000 < Investitionskapital*0,1/1000  
then Steigerung_VB_Benutzer/1000 else Investitionskapital*0,1/1000
```

Es wurde die Annahme getroffen, dass für 1000 neue BenutzerInnen eine zusätzliche Station errichtet wird. *Steigerung\_VB\_Benutzer/1000* ergibt die Anzahl der neu zu bauenden Stationen. Sind zum Beispiel in einem Jahr 750 neue BenutzerInnen, so werden 0,75 (750/1000) neue Stationen errichtet.

Nur 10% des gesamten Investitionskapitals werden für den Bau neuer Stationen verwendet, daher *Investitionskapital\*0,1*. Wird nun der Betrag durch 1000 dividiert, so erhält man die Anzahl der möglichen, zu errichtenden Stationen. Dem zufolge liegt der Preis für eine Station bei 1000€.

Steht genügend Geld zur Verfügung, um die notwendigen **viennabike** Stationen zu errichten, so werden *Steigerung\_VB\_Benutzer/1000* Stationen gebaut (Zeile 3 der Syntax). Wären mehr Stationen notwendig als man sich leisten kann, so werden nur so viele Stationen gebaut, als dafür Geld zur Verfügung steht.

### 5.2.5 Rel\_Abgang\_D

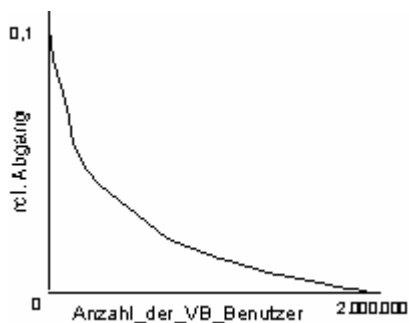


Der Diebstahl von **viennabike** hängt unserer Meinung nach unter anderem auch von der Dichte der Stationen ab.

Je dichter die Stationen über das Aktionsgebiet angesiedelt sind, desto einfacher wird es eine Station zu finden um sich ein Rad auszuleihen oder eines zurückzubringen. In gleichem Maße sinkt natürlich die Notwendigkeit sich das **viennabike** einzuverleiben.

Der Zusammenhang ist in der obigen Abbildung ersichtlich. Es ist zu erkennen, dass maximal 20 % der vorhandenen **viennabike** durch Diebstahl und Vandalismus dem System entzogen werden. Die maximale Dichte ist mit 400 Stationen/km<sup>2</sup> erreicht (alle 50 m eine Station).

### 5.2.6 Rel\_Abgang\_B



Der Zusammenhang zwischen Abgang der Bikes und der Anzahl der BenutzerInnen ist in obiger Grafik zu erkennen. Je mehr das **viennabike** benutzen, desto weniger wird gestohlen. Dies erscheint zunächst widersprüchlich, jedoch sind wir der Meinung, dass durch die Vielzahl der BenutzerInnen das öffentliche Bewusstsein gestärkt wird und somit die Anzahl der Verschwundenen Bikes zurückgeht.

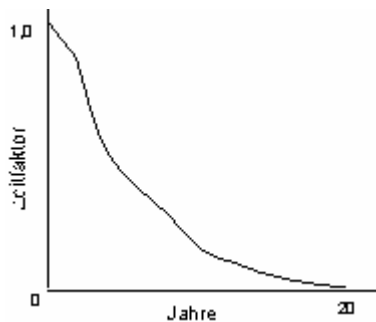
### 5.2.7 Fixer\_Diebstahl

$$0,1 * \text{Zeitfaktor Diebstahl}$$

Der Fixanteil der gestohlenen und beschädigten **viennabike** ist nicht konstant, sondern nimmt mit der Zeit ab. Der Grund dafür liegt in der Gewöhnung an die neue

Fortbewegungsmöglichkeit. Nach 20 Jahren liegt der Wert bei jährlichen 2% des gesamten Radbestandes ( $0,2 \cdot 0,1$ ).

### 5.2.8 Zeitfaktor\_Diebstahl



Die Grafik zeigt die Abnahme des fixen Diebstahlanteiles.

Zu Beginn der Aktion wird der Fixanteil mit eins multipliziert, da auch die Praxis gezeigt hat, dass gerade nach Einführen einer solchen Aktion sehr viele Räder beschädigt und gestohlen werden. Der Grund dafür liegt unserer Meinung nach in einem besonders starken öffentlichen Interesse.

Hat sich die Aktion eingelaufen, nimmt der Anteil immer mehr ab, bis er schließlich bei 0,2 angelangt ist.

### 5.2.9 Diebstähle\_Vandalismus

$$\text{Anzahl\_der\_funktionsf\_VB} * (\text{Fixer\_Diebstahl} + \text{rel\_Abgang\_D} + \text{rel\_Abgang\_B})$$

Die Anzahl der „verloren gegangenen“ **viennabike** errechnet sich als Prozentsatz der zur Verfügung stehenden Bikes (*Anzahl\_der\_funktionsf\_VB*).

Unabhängig von allen Randbedingungen wird immer ein gewisser Prozentsatz gestohlen (Fixanteil)

Dazu kommt jeweils ein Prozentwert der einerseits von der Stationsdichte und andererseits von der Anzahl der BenutzerInnen abhängig ist.

### 5.2.10 Zuwachs\_VB

$$\text{If } (\text{Diebstähle\_Vandalismus} * 360 + \text{Steigerung\_VB\_Benutzer} / 200 * 360) < \text{Investitionskapital} * 0,9 \text{ then } \text{Diebstähle\_Vandalismus} + \text{Steigerung\_VB\_Benutzer} / 200 \text{ else } \text{Investitionskapital} * 0,9 / 360$$

Je mehr **viennabike** in den Stationen zur Entnahme verfügbar sind, desto öfter werde ich nicht vor leeren Stationen stehen. Dies hat zur Folge, dass die Zuverlässigkeit steigt und somit auch die Anzahl der BenutzerInnen.

Der Anfangswert der Zahl der **viennabike** beträgt 1500.

$Diebstähle\_Vandalismus*360$  ist der Neuwert der gestohlenen **viennabike**. Laut Annahme kostet ein Bike 360€.

Für 200 neue VB\_Benutzer wird ein neues **viennabike** angeschafft.  $Steigerung\_VB\_Benutzer/200$  ist die Zahl der neu zu finanzierenden Fahrräder und  $Steigerung\_VB\_Benutzer/200*360$  sind die Kosten dafür.

90% des Investitionskapitals wird für die Anschaffung neuer Fahrräder verwendet.

Ist nun die Summe aus der Neuanschaffung zufolge Diebstahl und der Neuanschaffung zufolge Benutzersteigerung kleiner als der dafür verfügbare Investitionsbetrag, so werden diese Fahrräder gekauft. Falls die Investitionskosten nicht ausreichen, werden für den verfügbaren Geldbetrag so viel wie möglich Fahrräder, die durch Diebstahl verschwanden, ersetzt.

### 5.2.11 Anzahl\_der\_funktionsfähigen\_VB

$1500$  **viennabike**

Zu Beginn der Aktion werden 1500 **viennabike** bereitgestellt. Diese werden durch Diebstahl und Vandalismus reduziert, andererseits durch Zuwächse erhöht. Die Zuwächse entstehen durch Substitution der gestohlenen **viennabike** und durch Neuanschaffung aufgrund erhöhter Nachfrage.

### 5.2.12 Anzahl\_der\_VB\_Benutzer

$15*1500$  BenutzerInnen

Der Wert ergibt sich durch die Annahme, dass es zu Beginn fünfzehn mal so viele BenutzerInnen gibt wie Fahrräder zur Verfügung stehen.

### 5.2.13 Senkung\_VB\_Benutzer

$If\ Anz\_VB\_in\_Station < 1\ Anzahl\_der\_VB\_Benutzer*Änderungsrate\ else\ 0$

Findet man nur selten ein Fahrrad in den dafür vorgesehenen Stationen, so wird man nicht mit dem Verkehrsmittel **viennabike** rechnen und die Zahl der BenutzerInnen wird sich reduzieren.

In der Formel ist dies dadurch berücksichtigt, dass für den Fall kein Bike vorzufinden die BenutzerInnenzahl um *Änderungsrate* % zurückgeht. Sind mehr als ein **viennabike** vorhanden, so ist die *Senkung\_VB\_Benutzer* gleich null.

#### 5.2.14 Steigerung\_VB\_Benutzer

If Anz_VB_in_Stationen > 3 then Anzahl_der_VB_Benutzer*Änderungsrate else 0
---

Die Zunahme jener Personen die das **viennabike** als Verkehrsmittel benutzen ist einzig und allein davon abhängig, wie viele Räder in den Stationen zur Verfügung stehen.

#### 5.2.15 Änderungsrate

$\boxed{0,01}$  %

Die Änderungsrate ist jener Prozentsatz, um den die BenutzerInnenzahl erhöht oder verringert wird.

#### 5.2.16 Reparatur und Rückholung

$\boxed{\text{Anz der funktionsf VB} * 5}$

Wo gehobelt wird, fallen Späne. Das ist auch bei den viennabike so. Durch die Benutzung werden Räder defekt und manche Stationen haben mehr (oder weniger) Fahrräder als andere. Dadurch müssen die Räder repariert und umverteilt werden.

Es wird angenommen, dass jedes Rad fünf mal pro Jahr den Service in Anspruch nimmt.

#### 5.2.17 Werbewirksamkeit

$\boxed{(\text{Anzahl der VB Benutzer} / 50000) * (\text{Anz der funktionsf VB} / 5000)}$

Eine 100%-ige Werbewirksamkeit ist bei 50000 BenutzerInnen oder bei 5000 im Umlauf befindlichen Fahrrädern gegeben.

Bei entsprechender Annahme des **viennabike** ist auch eine Werbewirksamkeit von mehr als 100% möglich.



### 5.2.18 Investitionskapital

$50000$  €

Zu Beginn steht dem Betreiberverein ein Kapital in der Höhe von 50000 € zur Verfügung. Dieses wird im Laufe der Zeit durch anfallende Kosten geschwächt oder durch Sponsoring (diverse Firmen) und Subventionen (Stadt Wien) erhöht.

### 5.2.19 Subvention\_der\_Stadt\_Wien

$30000 * \text{Zeitfaktor\_Subventionen}$

Die Stadt Wien hat natürlich Interesse daran, dass das **viennabike** ein funktionierendes Verkehrsmittel darstellen. Aus diesem Grund wird das Projekt, um es sozusagen in Schwung zu bringen, besonders in den ersten fünf Jahren gefördert. Danach sollte sich das System schon so weit entwickelt haben, dass es selbst lebensfähig ist.

### 5.2.20 Zeitfaktor\_Subventionen



Die Förderung durch die Stadt Wien ist besonders in den ersten fünf Jahren gegeben. Danach nehmen die Zuschüsse auf 40% des Anfangswertes ab.

### 5.2.21 Kapital\_Sponsoren

$\text{Subvention\_der\_Stadt\_Wien} + \text{Werbewirksamkeit} * 1500000$

Die Stadt Wien subventioniert das Unterfangen mit anfänglich 30000€. Weiters erhöht sich das Kapital durch Werbeeinnahmen. Diese berechnen sich durch Multiplikation eines Grundbetrages mit der Werbewirksamkeit.

### 5.2.22 Entstehende Kosten

$\text{Anz\_der\_VB\_Stationen} * 50 + \text{Reparatur\_Rückholung} * 2 + \text{Zuwachs\_Station} * 1000 + \text{Zuwachs\_VB} * 360$

Der Bau einer neuen Station kostet 1000€, die laufenden Betriebskosten dafür beziffern sich mit 50€ pro Jahr. Um ein neues Fahrrad zu kaufen müssen 360€ aufgebracht werden.

### 5.2.23 Anzahl\_VB\_in\_Stationen

Anzahl\_der\_funktionsf\_VB/Anzahl\_der\_VB\_Stationen

Der Wert schwankt zwischen null und sechs, denn es können maximal sechs Fahrräder in einer Station abgestellt werden.

Stehen viele **viennabike** zur Verfügung, so kann man davon ausgehen, dass das **viennabike** ein zuverlässiges Verkehrsmittel darstellt. Daher wird auch die Anzahl der BenutzerInnen steigen.

Findet man hingegen nur selten ein Fahrrad vor (*Anzahl\_der\_VB\_in\_Station* ist gering), so ist dieses Verkehrsmittel nicht attraktiv genug und die BenutzerInnenanzahl wird sinken.

## 5.3 ALLGEMEINES

Bei der Programmierung des Problems mussten wir feststellen, dass wir unseren Ehrgeiz, das System so realitätsnah wie möglich abzubilden, nicht oder nur kaum befriedigen konnten. Verantwortlich für diese Diskrepanzen sind die vielen Annahmen die zu treffen waren.

Weiter wurde nicht darauf Rücksicht genommen, dass die Dichte der Stationen nach oben hin beschränkt ist. Weil aber die Stationsdichte nur sehr langsam zunimmt und wir keinen entsprechend langen Zeitraum beobachten, geht unsere Annahme in Ordnung.

Um die Sensibilitätsanalysen zu vereinfachen wurden konstante Werte, wie etwa die Änderungsrate, aus den flows herausgenommen und eigene converter geschaffen.

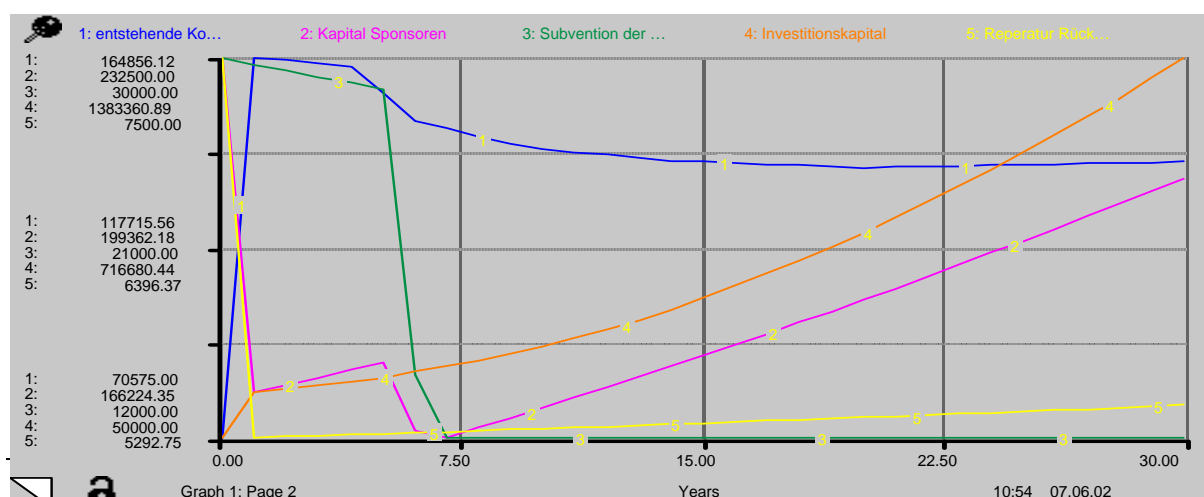
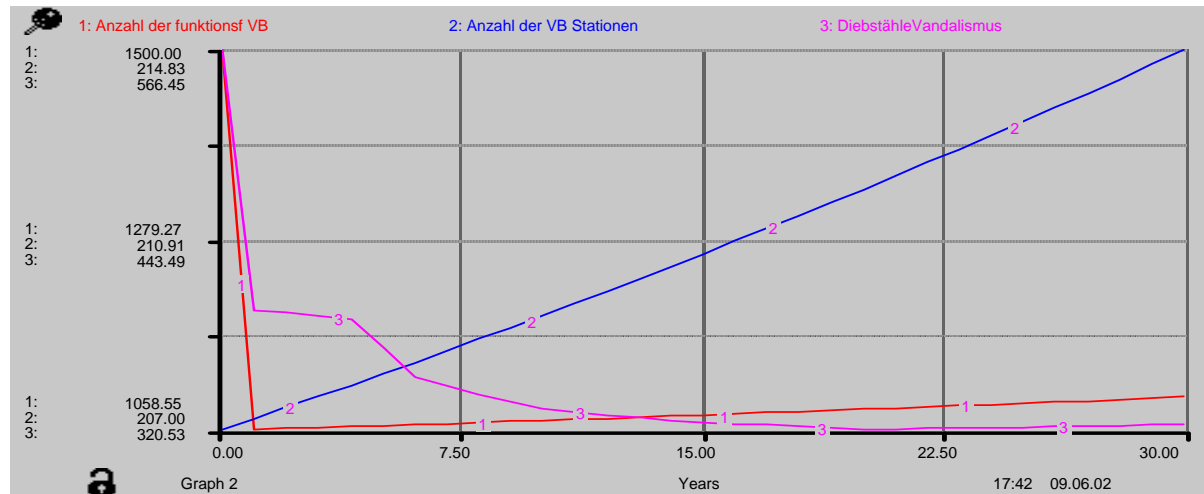
## 6. Sensibilitätsanalyse:

Im System wurden verschiedene Parameter verändert, um ihre Wirkung aufs Gesamtsystem zu erkennen, und die Realitätsnähe der angenommenen Variablen zu überprüfen. Grundsätzlich haben wir es als sinnvoll erachtet, Parameter zu variieren, die wir als Verkehrsplaner auch beeinflussen können.

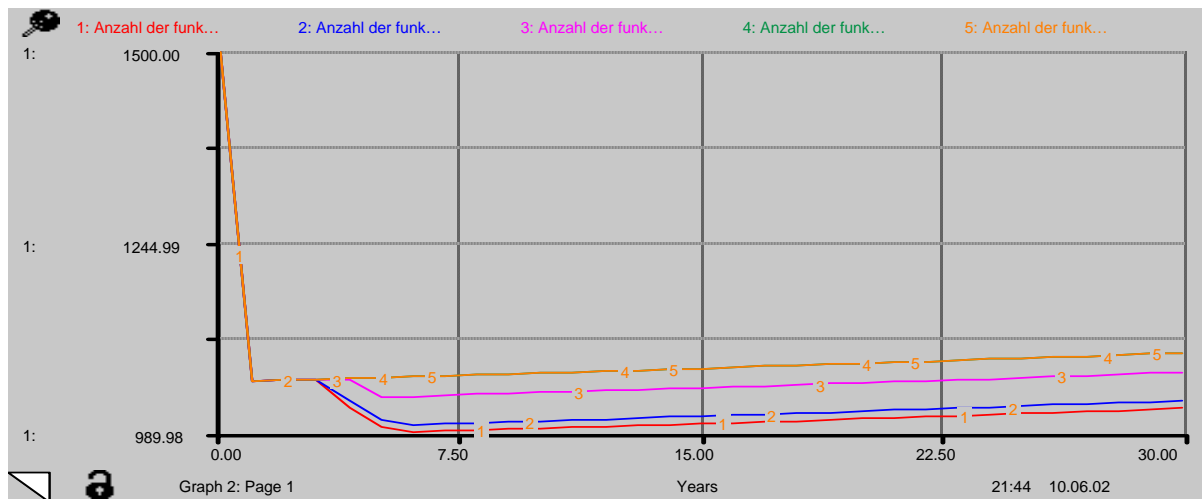
Als erstes Grundsystem wurde "methoden1" herangezogen und Parameter wie jährlicher Zuschuss der Stadt Wien, Anzahl der Stationen/Räder am Beginn, ... variiert. Im Grunde liefen alle Versuche darauf hinaus, dass die Anzahl der funktionsfähigen **viennabikes** durch die relativ hohe Diebstahlrate (rund 40% über die gesamte Zeit) gedrückt wird und gegen null geht.

Um die Wirklichkeit besser abbilden zu können definierten wir den Parameter Diebstahl und Vandalismus neu (am Beginn rund 40% und nimmt mit der Zeit ab). Diese System wurde wiederum einer Sensibilitätsanalyse unterzogen, auf die etwas genauer eingegangen wird. Grundsystem war der schon zuvor beschrieben "stand0" mit 1500 **viennabikes** und 207 Stationen als Ausgangsgrößen.

Die graphische Darstellung der Entwicklung des Grundsystems:

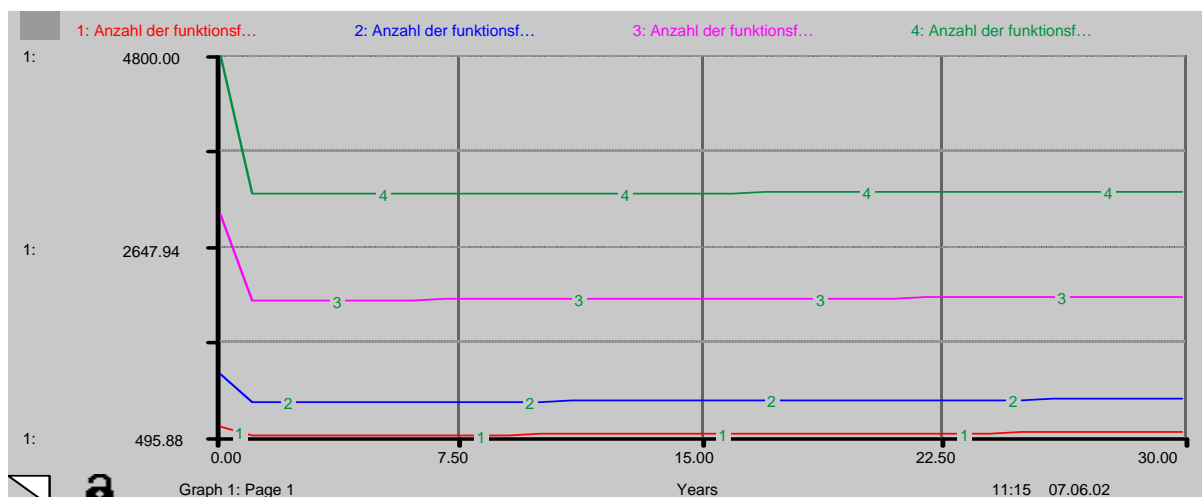


- "sens1": **Variation der Subventionen der Stadt Wien** von 0[1]-30.000[5]



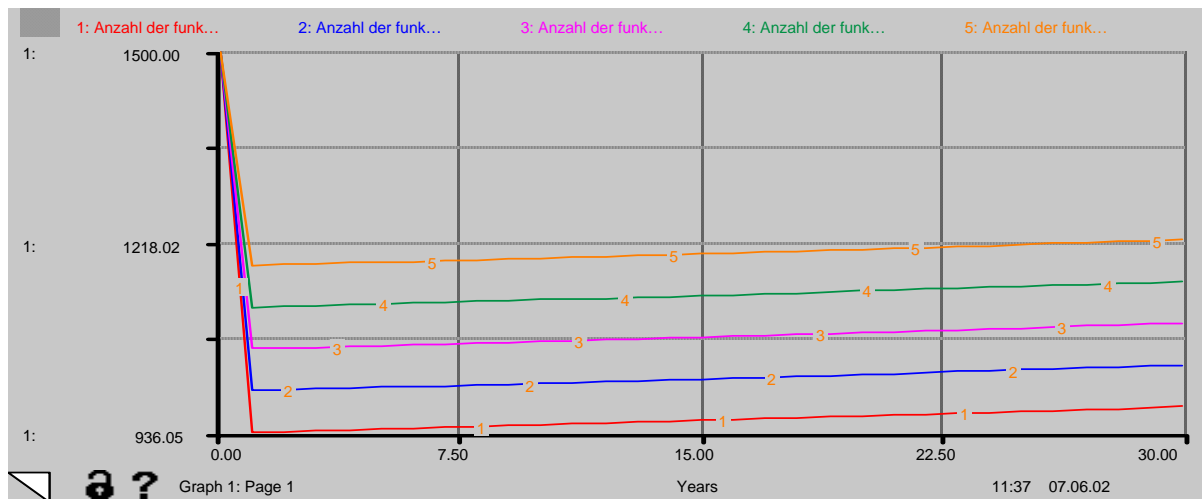
Durch eine höhere jährliche Subvention können etwas mehr Räder im Umlauf gehalten werden, in Relation zu dem zusätzlich aufgewandten Kapital ist diese Maßnahme aber nicht sinnvoll. Weiters steigt das Investitionskapital bei höherer Subventionierung stärker an, die Zahl der Stationen verhält sich in allen 5 Fällen gleich.

- "sens2": **Variation der Infrastruktur zu Projektstart** (Anzahl der Stationen/Räder) 100/600[1]; 200/1200[2]; 500/3000[3]; 800/4800 [4]



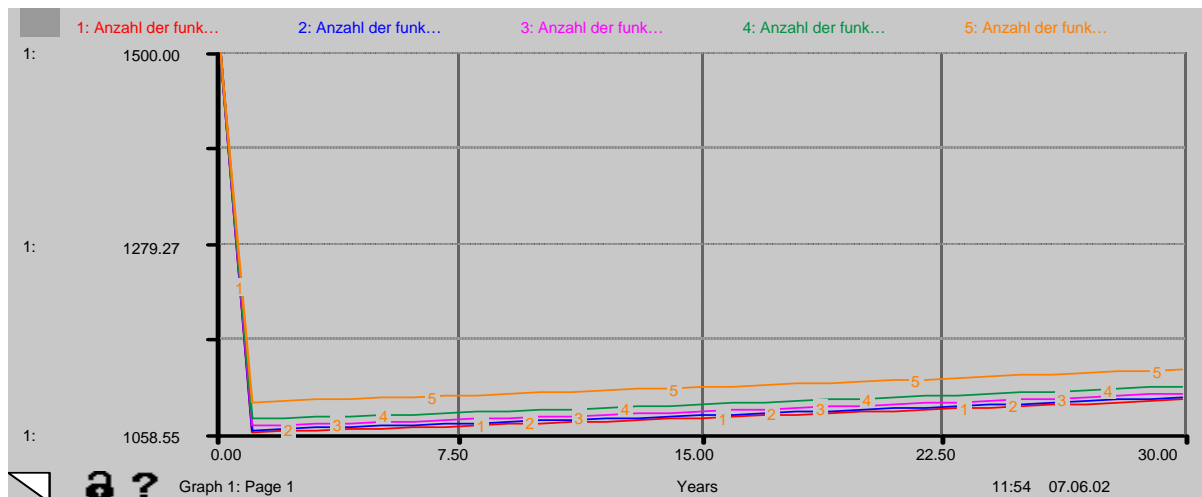
Der absolute Abgang an Rädern ist bei einer großen Anzahl zu Beginn größer, die Zahl steigt über die Zeit betrachtet nur sehr schwach an. Das Investitionskapital steigt bei einer großen Rad und Stationenzahl schneller an, da auch eine bessere Werbewirksamkeit erzielt werden kann.

- "sens3": **Variation des Anfangskapitals** 10.000[1]-100.000[5]€



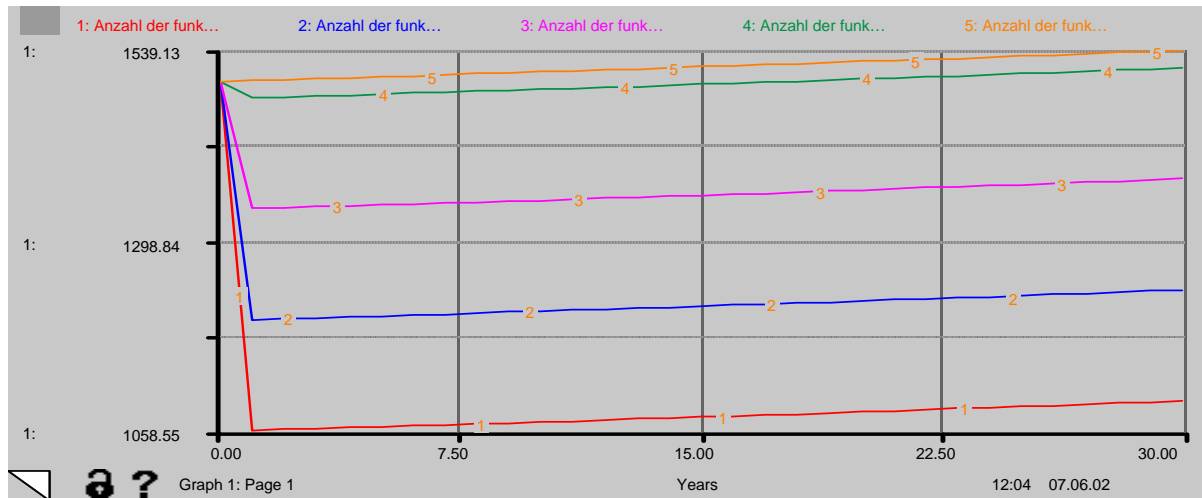
Durch ein hohes Anfangskapital kann die Zahl der gestohlenen Räder schon von Beginn weg wieder aufgestockt werden und somit mehr Räder im System gehalten werden. Problematisch ist aber das die am Anfang zur Verfügung gestellte Anzahl an Rädern im Laufe der Zeit nicht wieder erreicht wird.

- "sens4": **Variation des Aktionsgebiets** (eine einfache und praktikable Methode um die Dichte zu erhöhen) von 19,6km<sup>2</sup>[1] bis 5km<sup>2</sup>[5]



Bei einer größeren Dichte bleibt die Anzahl der funktionsfähigen Räder leicht höher, das Investitionskapital ist auch leicht erhöht und die Zahl der Diebstähle und Vandalismus liegt unter jenen mit einer geringeren Dichte.

- "sens5": **Zusätzliche Maßnahmen gegen Diebstahl** treffen (es wird somit der Diebstahl gar nicht verändert[1] und im optimalen Fall auf 1% reduziert[5])



Mit dieser Maßnahme kann erstmals die Anzahl der Räder über den Anfangswert gesteigert werden (dies ist in den anderen auch auf die Bedingung in der Programmierung zurückzuführen, dass nur für 200 neue Benutzer ein neues Rad angeschafft wird und nicht das gesamte vorhandene Investitionskapital jährlich verwendet wird). Auch steigt im Fall 5 das Investitionskapital stark an, das heißt würde dieses jährlich investiert werden, hätte dies ein sehr starkes Wachstum zur Folge.

## 7. Rückblick und Ausblick

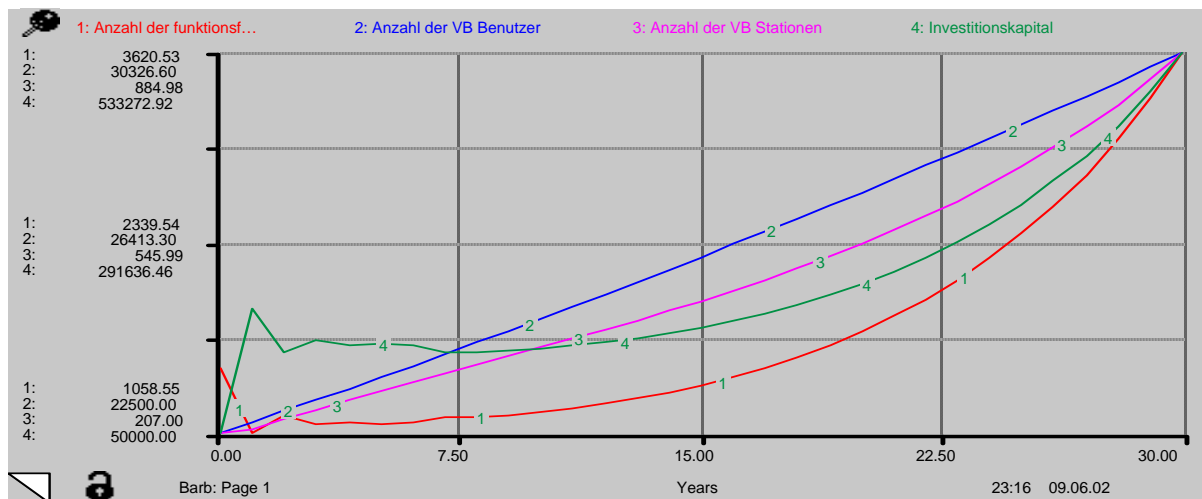
Die Sensibilitätsanalyse zeigt ziemlich deutlich, dass die Zahl der Diebstähle und Vandalismus die Zahl der funktionsfähigen Räder limitieren. Es ist aber nicht zielführend, das System mit zusätzlichen finanziellen Mitteln zu stützen, da sich dadurch nur das Investitionskapital vermehrt, das System an sich aber nicht besser funktioniert (durch die Bedingung, neue Räder nur als Ersatz für gestohlene oder für neue Benutzer gekauft werden).

Das Prinzip **viennabike** würde auch mit unseren Annahmen bei entsprechenden Randbedingungen funktionieren. Hierfür sind besonders die Maßnahmen gegen Diebstahl und Vandalismus ausschlaggebend.

Sollen die Diebstähle allerdings durch eine Zugangsbeschränkung bekämpft werden, wird die Idee des gratis Stadtrades ad absurdum geführt. Die soziale Komponente, das Stärken der sozialen Verantwortung der StadtbewohnerInnen als wesentlicher Teil der Idee gratis Stadtrad, geht verloren.

## AUSBLICK

Um das System zu optimieren, könnte der Zuwachs an funktionsfähigen **viennabikes** von dem Zuwachs an Benutzern entkoppelt werden und jährlich das gesamte vorhandene Investitionskapital in neue Räder und Stationen investiert werden. Dadurch ergibt sich, mit den selben Randbedingungen wie in der vorher beschriebenen STELLA-Programmierung "stand0", ein exponentielles Wachstum.



Nun kann das System noch auf ein optimales Investitionskapital am Beginn und eine opt. jährliche Subvention der Stadt Wien abgestimmt werden.

## 8. Anmerkung

### 8.1 LEHRVERANSTALTUNG

- Fish banks war hilfreich um die Wechselwirkungen zwischen den Systemkomponenten zu verdeutlichen.
- Einführung in die Causal Loop Methode bzw. STELLA sollte ausführlicher sein (mehr an Beispielen üben).
- Gemeinsame Besprechung des CLD mit einzeichnen und anschließender Besprechung der Regelkreise (mit Hinweis auf Steuerungsmöglichkeiten) wurde als äußerst hilfreich für das Verständnis empfunden.
- Teilweise unstrukturierte Aufgabenstellung (drei Aufgaben gleichzeitig und niemand wusste, was zu tun war), besser wäre das Abhandeln einer konkreten Aufgabe mit gemeinsamer Lösungsfindung.
- Angenehm war ein fixer Termin (weniger Probleme bei Terminvereinbarung)

- Mitdiskussion des Lehrenden in den Einzelgruppen war teilweise störend, obwohl ihm dieser Umstand schon bewusst war.

## **8.2 ZUSAMMENARBEIT IN DER GRUPPE**

- Manchmal schwierige Diskussionen, weil Systementitäten von verschiedenen Gruppenmitgliedern unterschiedlich interpretiert wurden. Dennoch konnten diese Schwierigkeiten durch konstruktive Diskussionen aus dem Weg geräumt werden.
- Die TeilnehmerInnen in unserer Gruppe waren ziemlich gleichberechtigt, Entscheidungen wurden nach angeregten Diskussionen stets im Konsens gefällt.

## **8.3 PROJEKT VIENNABIKE**

- Die Entwicklung des CLD stellte sich, wie vom Lehrenden prophezeit, als schwierig dar, problematisch war besonders die Systemabgrenzung. Die Vorgehensweise, dass jedes Gruppenmitglied ein eigenes CLD entwickelte und diese zu einem gemeinsamen CLD zusammengefasst wurden, funktionierte sehr gut.
- Durch die unsichere Abschätzung vieler Daten wird die Aussagekraft vermindert (Ausmaß der Realitätsnähe ist fraglich).
- Das Suchen eines möglichen Lösungsweges endete nicht selten in einer Sackgasse, dieses ist zeitraubend und kann nicht ausreichend dargestellt werden.
- Ohne diesen Punkt weiter zu kommentieren, sei hier erwähnt, dass STELLA ein überaus faszinierendes Programm ist (Meinung eines Gruppenmitgliedes).