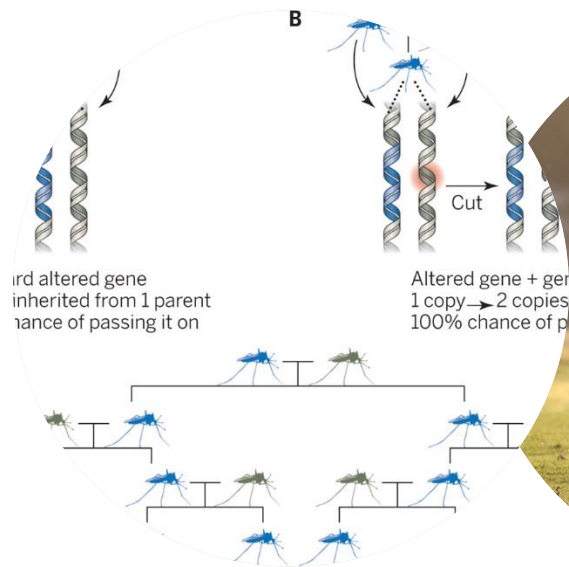


# Ökonomische Aspekte des Einsatzes von Gene-Drive

Justus Wesseler, Wageningen University



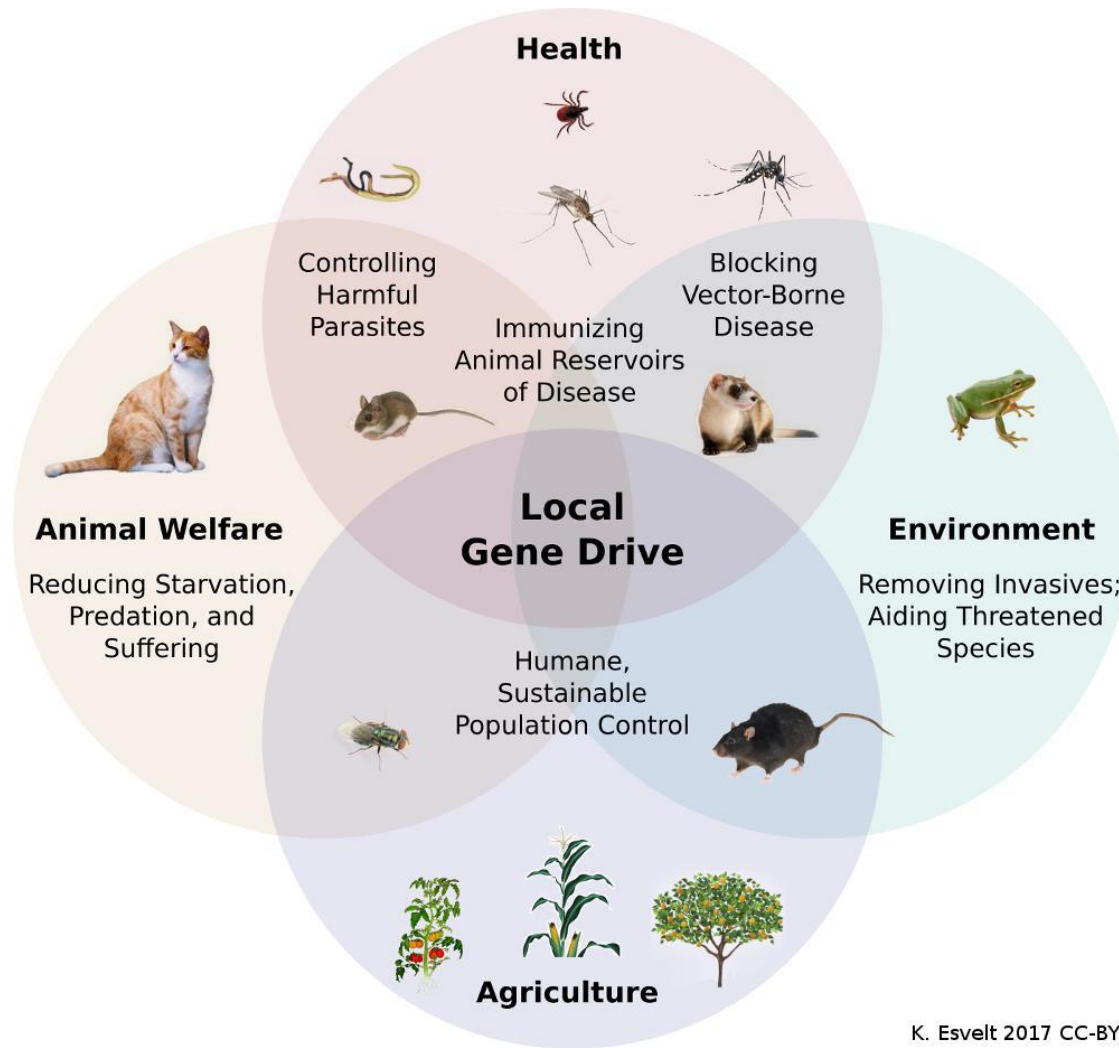
# Abwägung der Nutzen und Kosten

## ■ Nutzen

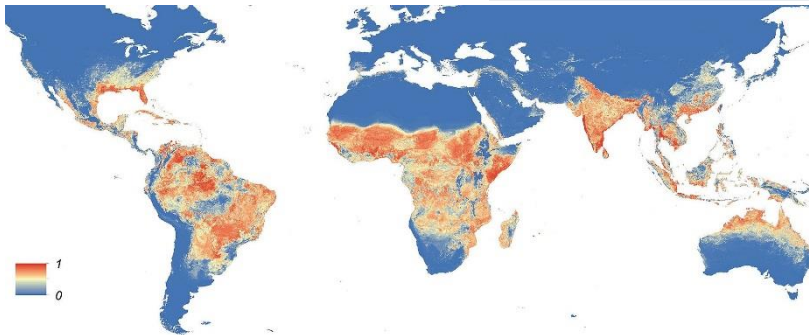
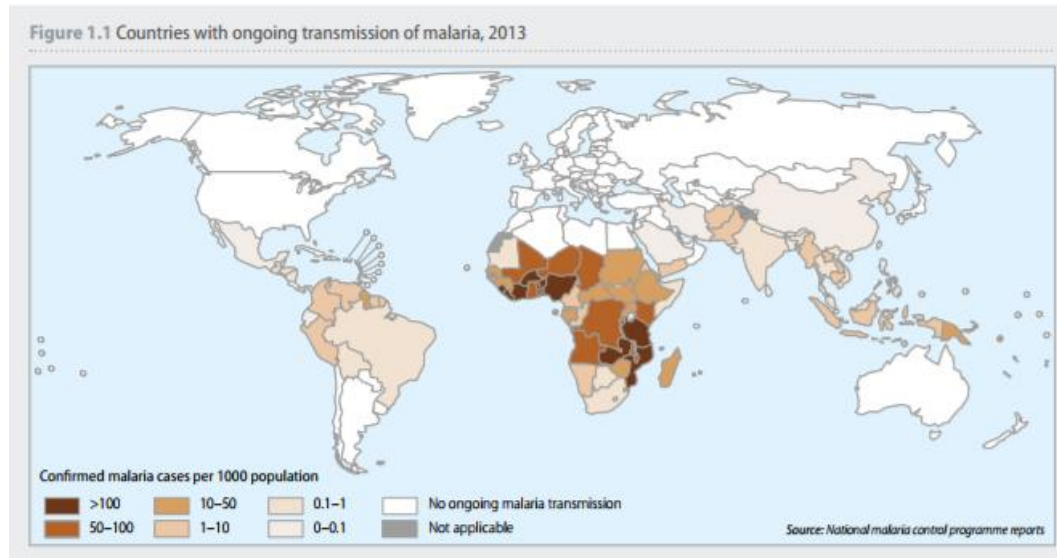
- Reduzierung von Krankheiten beim **Menschen** (e.g. Malaria, Zika, Schlafkrankheit, Dengue, Lyme-Borreliose, ...)
- Reduzierung von Krankheiten bei **Tieren** (e.g. Schlafkrankheit); Artenschutz
- Reduzierung von Krankheiten und Schädlingen bei **Pflanzen** (Greening, Fall Armyworm, Maiswurzelbohrer)



# Viele Möglichkeiten...

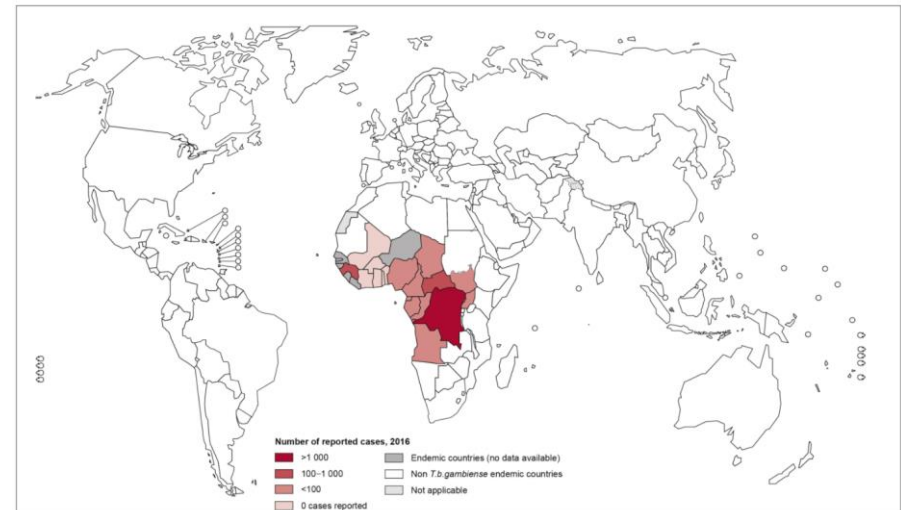


# Viele Probleme in der südlichen Hemisphäre



The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti*

Distribution of human African trypanosomiasis (*T.b.gambiense*), worldwide, 2016



# Eingeschleppte Krankheiten und Schädlinge



Bayerische Landesanstalt für  
Landwirtschaft

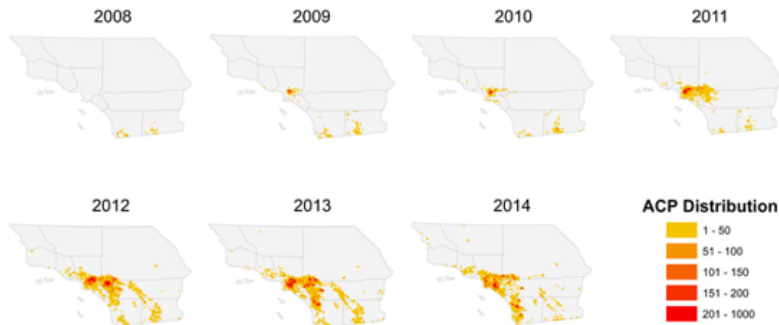


## Der Westliche Maiswurzelbohrer - Ein gefährlicher Schädling im Maisanbau

Der Westliche Maiswurzelbohrer, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, gehört zur Familie der Blattkäfer (Chrysomelidae). Er ist etwa 5-7 mm lang. Er hat einen dunklen Kopf, Halsschild und Abdomen sind gelb bis rot. Die Beine können dunkel sein. Die Deckflügel tragen drei dunkle Längsstreifen (Abb. 1a, Weibchen) oder sind nahezu vollständig dunkel gefärbt (Abb. 1b, Männchen). Die Männchen sind in der Regel etwas kleiner als die Weibchen, haben längere Fühler und sind generell dunkler gefärbt.

> Western corn rootworm - a dangerous pest in maize cultivation (English version)

Fig 3. Cumulative *D. citri* occurrences in Southern California, 2008–2014.



Bayles BR, Thomas SM, Simmons GS, Grafton-Cardwell EE, Daugherty MP (2017) Spatiotemporal dynamics of the Southern California Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*) invasion. PLOS ONE 12(3): e0173228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173228>



## FINANCIAL TIMES

US COMPANIES MARKETS OPINION WORK & CAREERS LIFE & ARTS

Africa [+ Add to myFT](#)

## Invasion of fall armyworms ravages crops in 20 African countries

Insect to cause \$3bn damage to maize in next 12 months and serious food shortages



The fall armyworm has destroyed maize crops across more than 20 African countries © Mikhail Kochiev/Dreamstime

Quelle: [5,6,7]

# Abwägung der Nutzen und Kosten

## ■ Kosten

- Anwendungskosten
- Forschungs- und Entwicklungskosten
- Folgen für das Ökosystem (invasive vs. etablierte Krankheiten und Schädlinge)





18.10.2017

## Der Kampf gegen die Schlafkrankheit

Von [Binta Iliyasu](#)

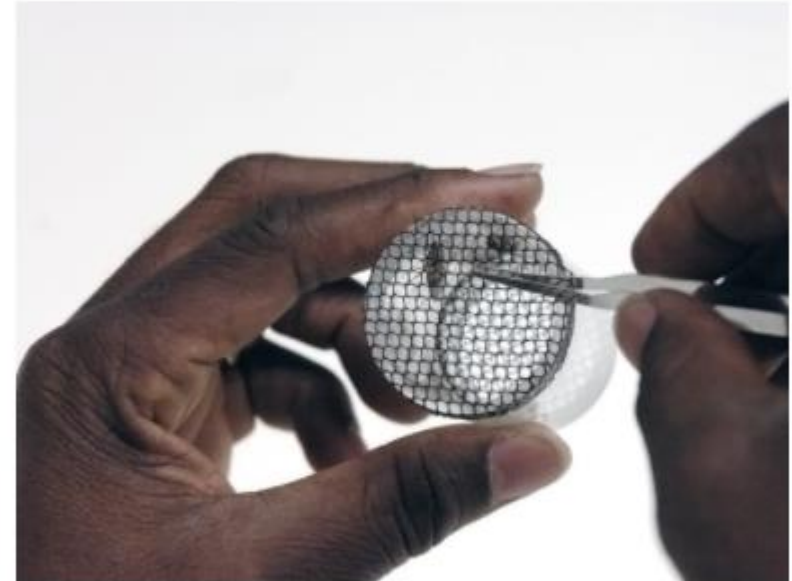


Foto: [IAEA Imagebank](#); via Flickr / CC BY-SA 2.0

Die Trypanosomiasis – auch Schlafkrankheit genannt – ist eine Geißel des afrikanischen Kontinents. Medizinische Fortschritte und neue Maßnahmen gegen die Tsetsefliege geben jedoch Anlass zur Hoffnung.

### Erfolge mit radioaktiv bestrahlen Mücken

DER TAGESSPIEGEL



Die Idee, durch veränderte Insekten Krankheiten auszumerzen, ist keineswegs neu. In früheren Versuchen behandelten Forscher Fliegen mit radioaktiver Strahlung und machten sie dadurch unfruchtbar. Auf diese Weise schaffte man es 1997 auf der Insel Sansibar, die Tsetsefliege auszurotten, die die Schlafkrankheit überträgt.

Quelle: [8,9,10]



WAGENINGEN UNIVERSITEIT  
WAGENINGEN

# Mögliche Risiken und Unsicherheiten

- Unsicherheit bei Nutzen und Kosten
- Interne vs. externe Nutzen und Kosten
- Reversible vs. irreversible Nutzen und Kosten
- Relativ: im Verhältnis zur bestmöglichen Alternative





# The precautionary principle

The logic of Pascal's wager (Henk van den Belt, 2003)

"Given an unknown but non-zero probability of God's existence and the infinity of the reward of an eternal life, the rational option would be to conduct one's earthly life as if God indeed exists."



# The precautionary principle



'Many gods' objection:

"Consider the possible existence of another deity than God, say Odin. If Odin is jealous, he will resent our worship of God, and we will have to pay an infinite price for our mistake.

Never mind that Odin's existence may not seem likely or plausible to us. It is sufficient that we cannot exclude the possibility that he exists with absolute certainty.

So the very same logic of Pascal's wager would lead us to adopt the opposite conclusion not to worship God. Pascal's argument, then, cannot be valid."

# Vorsorge und Irreversibilität

<b>Scope</b>	<b>Private</b>	<b>External (Public)</b>
<b>Reversibility</b>		
<b>Reversible</b>	<b>1</b> Reversible Benefits ( <i>PRB</i> ) Reversible Costs ( <i>PRC</i> )	<b>2</b> Reversible Benefits ( <i>ERB</i> ) Reversible Costs ( <i>ERC</i> )
<b>Irreversible</b>	<b>3</b> Irreversible Benefits ( <i>PIB</i> ) Irreversible Costs ( <i>PIC</i> )	<b>4</b> Irreversible Benefits ( <i>EIB</i> ) Irreversible Costs ( <i>EIC</i> )

# Relative Kosten und Nutzen

	Producer 1		Producer 2		Producer 3		Producer 4		Producer 5	
	BT	nonBT	BT	nonBT	BT	nonBT	BT	nonBT	BT	nonBT
yield	11.6	10.5	9.5	8.3	10.5	9.0	10.0	9.0	5.0	4.0
seeds	240	210	240	210	240	210	240	210	240	210
insect.	0.0	40	0.0	20	0.0	80	0.0	40	0.0	20
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
VC	1392	1402	1342	1332	1402	1452	1393	1403	1142	1132
GM	1044	803	653	411	803	438	707	487	-92	-292

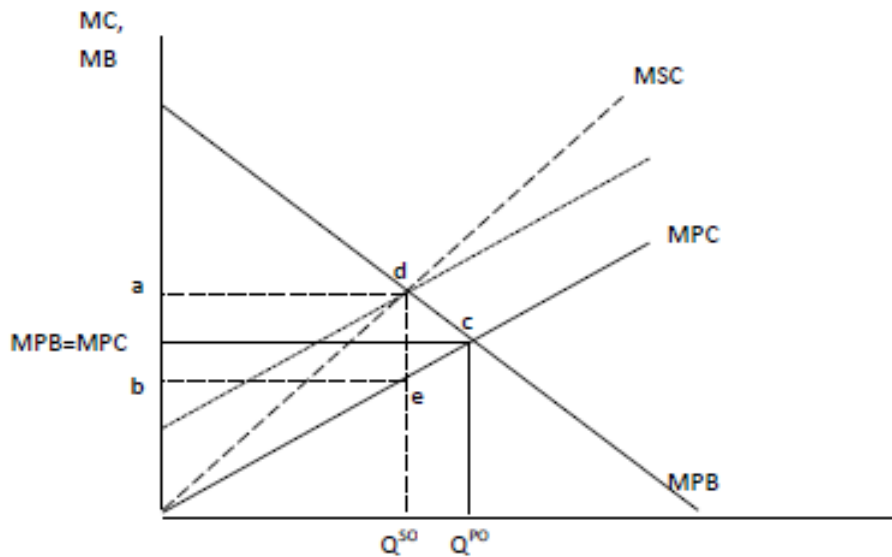
Note: VC – total variable costs, GM – gross margin, all numbers at hectare level

# Anreizeffekte

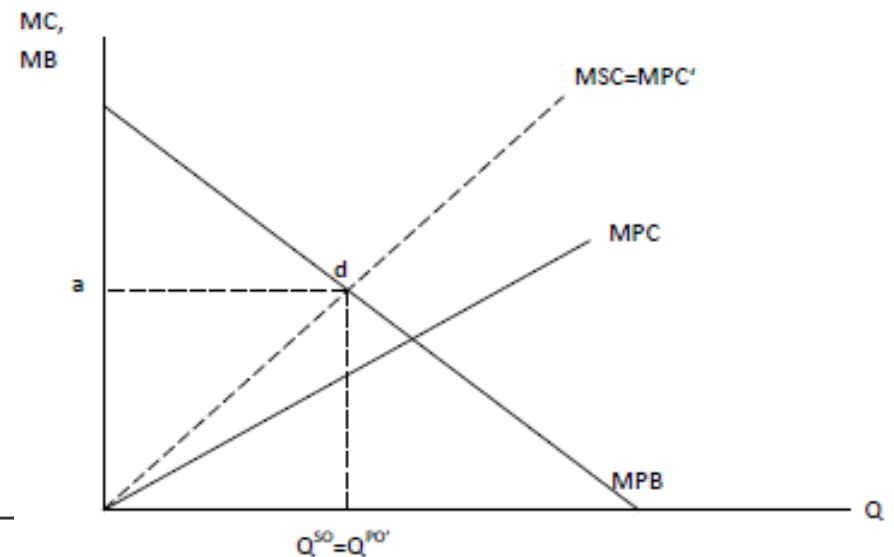
- Forschung- und Entwicklungskosten
- Eigentumsrechte
- Vermarktung
- Schadenshaftung/Regulierung



# Internalisierung externer Effekte: Kosten

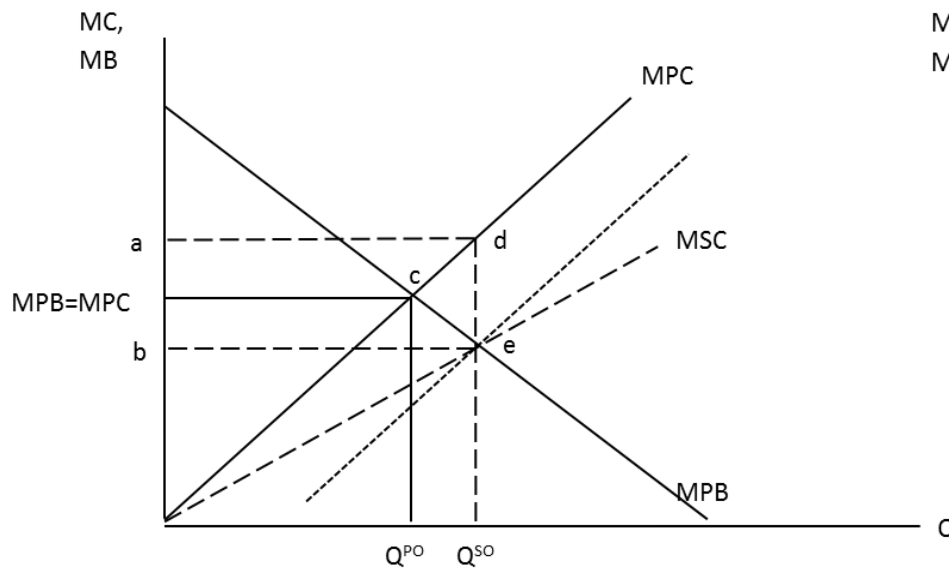


**Figure 1.** Internalised external effects of agriculture production

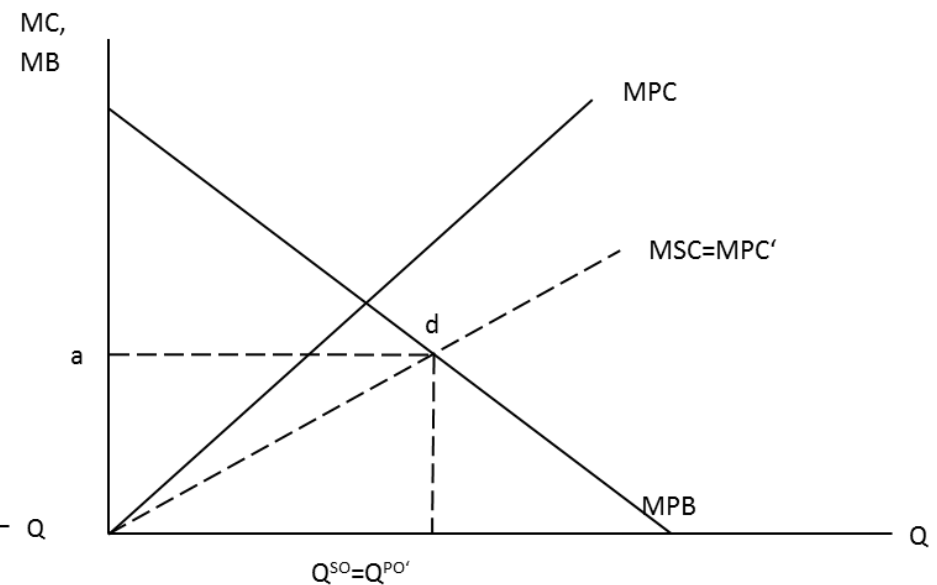


**Figure 2.** Internalised external effects of agriculture production where  $MSC = MPC'$

# Internalisierung externer Effekte: Nutzen

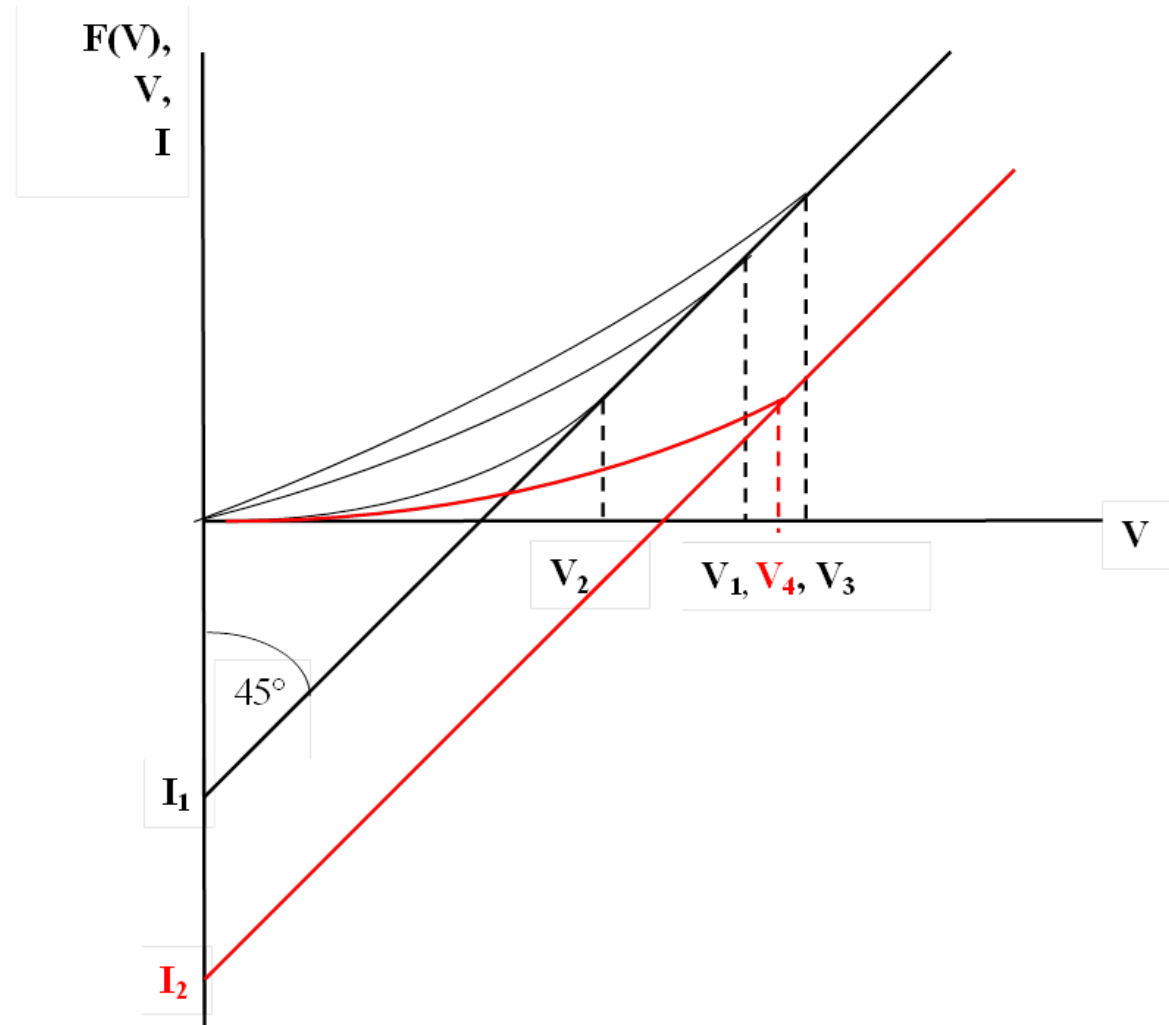


**Figure 1.** Internalised external effects of agriculture production



**Figure 2.** Internalised external effects of agriculture production where  $MSC = MPC'$

# Der Wert von Optionen





# Zusammenfassend

- Rechtfertigen die Nutzen die Kosten  
=> erfolgversprechend
- Kontrolle von eingeschleppten Krankheiten und Schädlingen  
=> vielversprechende Alternative
- F&E; Staatliche Regulierung  
=> wesentlicher Kostenfaktor



# Quellen

- [1] Esvelt, K. Daisy drive: a local, open, and community-responsive approach to solving ecological problems. <https://medium.com/mit-media-lab/daisy-drive-a-local-open-and-community-responsive-approach-to-solving-ecological-problems-a31e1898be8e>.
- [2] WHO (2014) World Malaria Report.
- [3] Kraemer et al. (2015) The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *Ecology, Epidemiology, and Global Health*. *eLife* 2015;4:e08347 DOI: 10.7554/eLife.08347.
- [4] WHO (2016): World : Distribution of Human African Trypanosomiasis (*T.B. gambiense*), 2016.
- [5] LfL (2017): Der Westliche Maiswurzelbohrer - Ein gefährlicher Schädling im Maisanbau. <http://www.lfl.bayern.de/ips/blattfruechte/033170/index.php>
- [6] Bayles et al. (2017): Spatiotemporal dynamics of the Southern California Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*) invasion. *PLoS ONE*12(3): e0173226.
- [7] Financial Times (2017): Invasion of fall armyworms ravages crops in 20 African countries. <https://www.ft.com/content/93222f52-2b46-11e7-9ec8-168383da43b7>
- [8] The Guardian (2017): Gene drives need global policing. <https://www.theguardian.com/science/2016/feb/09/gene-drives-need-global-policing>
- [9] Illiyasu (2017): Der Kampf gegen die Schlafkrankheit. *Novo Argumente für den Fortschritt*. [https://www.novo-argumente.com/artikel/der\\_kampf\\_gegen\\_die\\_schlafkrankheit](https://www.novo-argumente.com/artikel/der_kampf_gegen_die_schlafkrankheit)



# Quellen

- [10] Der Tagesspiegel (2017): Genetisch veränderte Mücken sollen beim Kampf gegen Krankheiten helfen. <http://www.tagesspiegel.de/wissen/forschung-zu-gene-drive-genetisch-veraenderte-muecken-sollen-beim-kampf-gegen-krankheiten-helfen/20448912.html>
- [11] van den Belt (2003): Debating the Precautionary Principle: "Guilty until Proven Innocent" or "Innocent until Proven Guilty"?. *Plant Physiology*, 132: 1122–1126.
- [12] Demont et al. (2005): Irreversible costs and benefits of transgenic crops: what are they? In J. Wesseler (ed.): *Environmental Costs and Benefits of Transgenic Crops*, 113-122. Springer: Dordrecht.
- [13] Skevas et al. (2010): Coexistence Regulations & Agriculture Production: A Case Study of Five Bt Maize Producers in Portugal. *Ecological Economics*. 69(12):2402-2408.
- [14] Wesseler et al. (2016): Prices Matter: Analysis of Food and Energy Competition Relative to Land Resources in the European Union. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 77:19-24.
- [15] Wesseler (2015): *Agriculture in the Bioeconomy. Economics and Policies*. Wageningen University.



# Literatuur

- Arrow et al. (1996): Is There a Role for Benefit-Cost Analysis in Environmental, Health, and Safety Regulation? *Science* 272, No. 5259 (Apr. 12, 1996), pp. 221-222.
- Barreto de Araújo et al. (2016): Association between Zika virus infection and microcephaly in Brazil, January to May, 2016: preliminary report of a case-control study. *The Lancet Infectious Diseases*, Volume 16, Issue 12, Pages 1356-1363.
- Borel (2017): How Genetically Modified Mice Could One Day Save Island Birds. <http://www.audubon.org/magazine/summer-2017/how-genetically-modified-mice-could-one-day-save>.
- Brown (2017): Economic, Regulatory and International Implications of Gene Drives in Agriculture. *Choices*, 2nd Quarter 2017, 32(2).
- Jones et al. (2016): Invasive mammal eradication on islands results in substantial conservation gains. *PNAS*, 113 (15), 4033–4038.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. *Gene Drives on the Horizon: Advancing Science, Navigating Uncertainty, and Aligning Research with Public Values*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/23405.
- Prowse et al. (2017): Dodging silver bullets: good CRISPR gene-drive design is critical for eradicating exotic vertebrates. *Proc Biol Sci*. 2017 Aug 16;284(1860). pii: 20170799. doi: 10.1098/rspb.2017.0799.
- Wesseler et al. (2017): Foregone benefits of important food crop improvements in Sub-Saharan Africa. *PLoS ONE* 12(7): e0181353. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181353>.

