

Natürliche Ressourcen – Schlüsselrolle bei zukünftigen Konflikten

Hans-Georg Frede

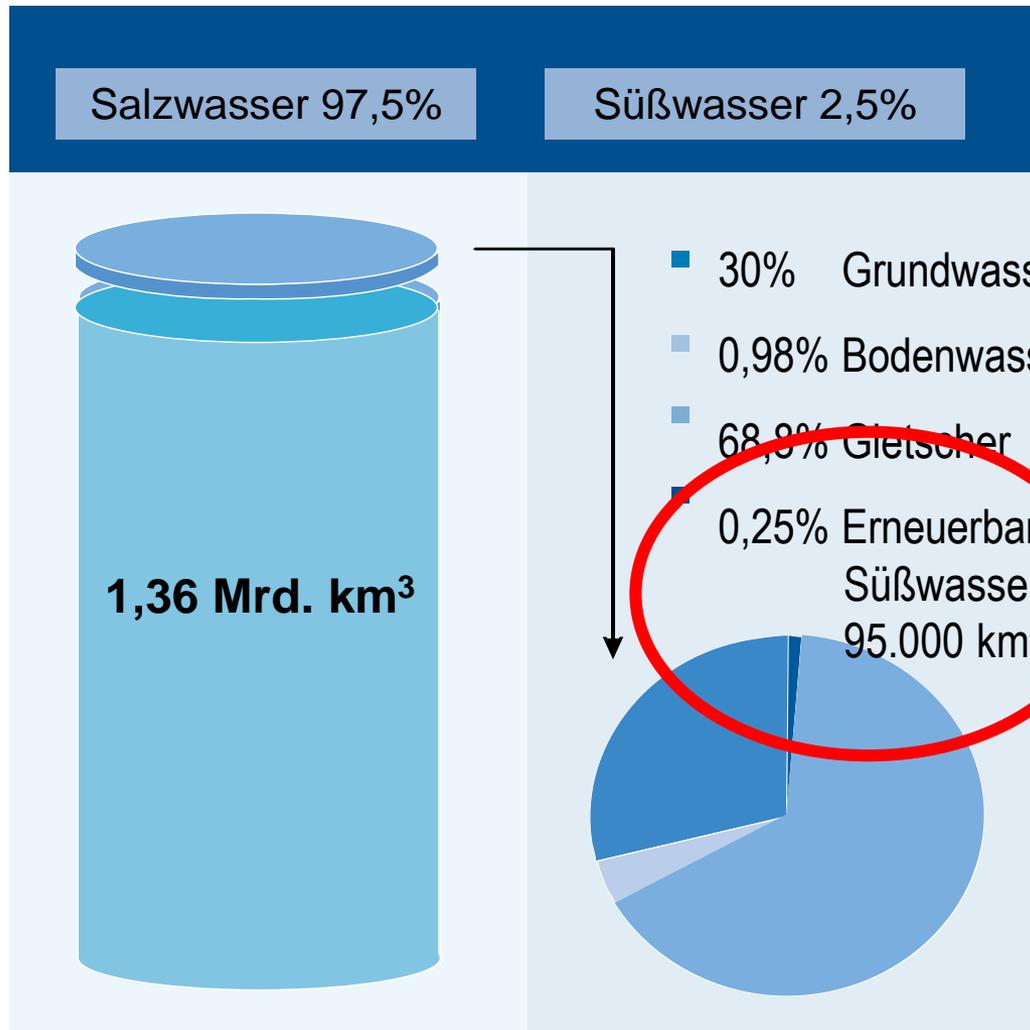
Der blaue Planet



71 % der Oberfläche = Wasser

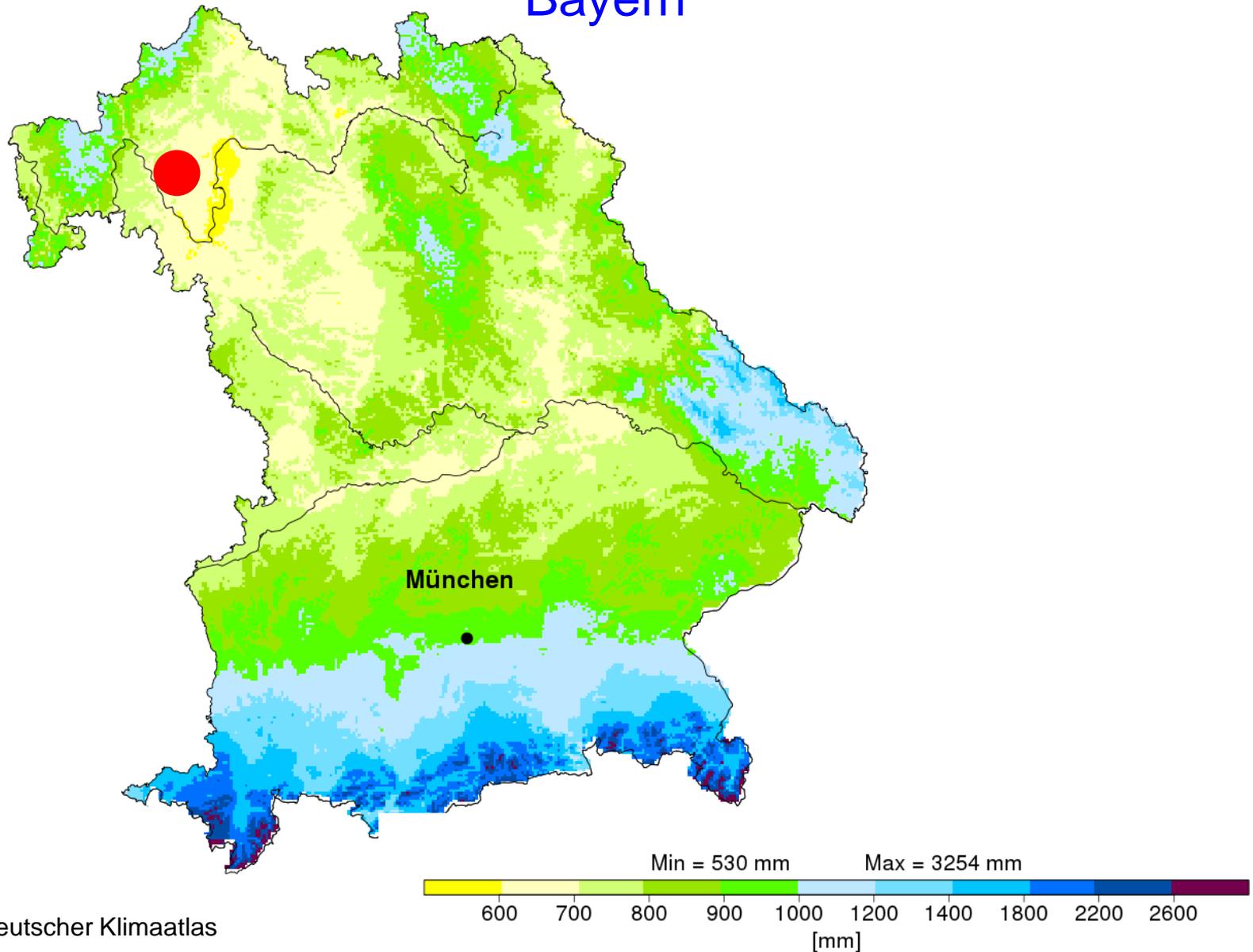
GOES 8
1800 UTC
September 2, 1994
Red: Visible
Green: Visible

Wasserressourcen weltweit

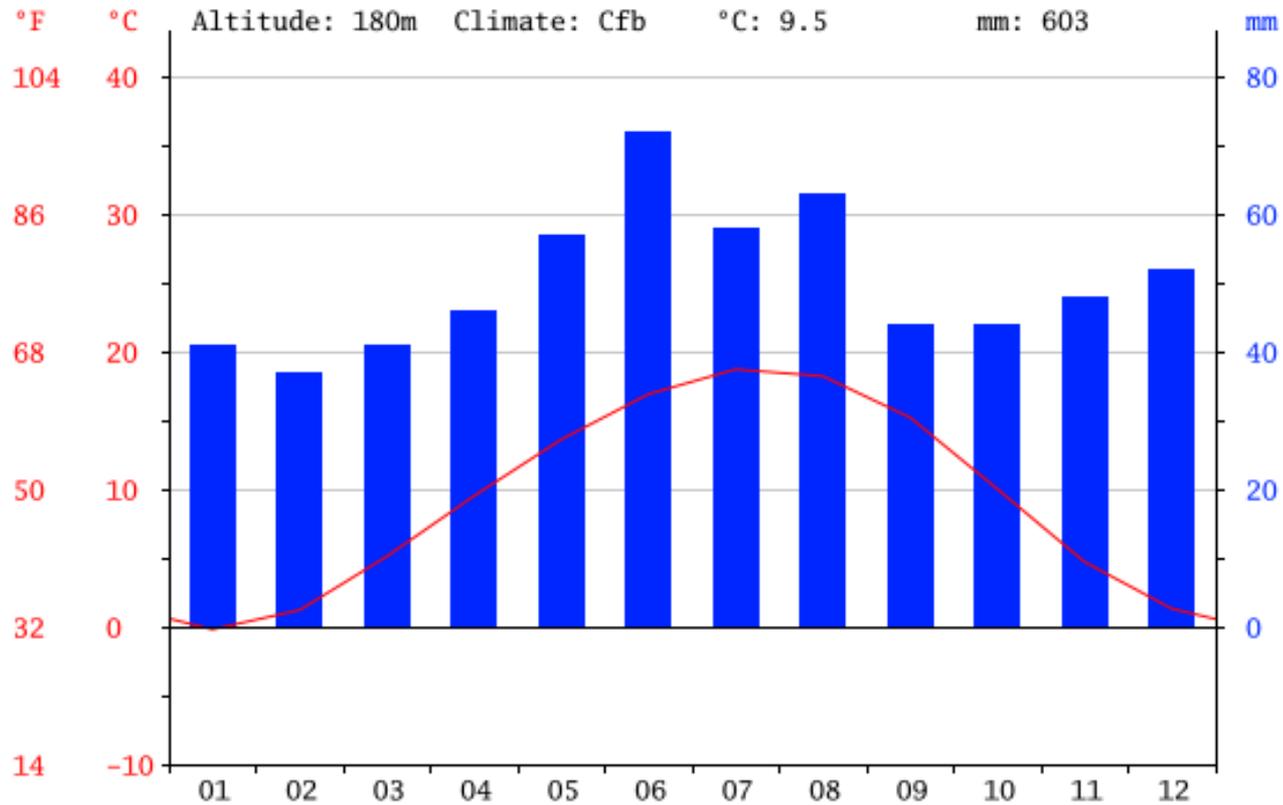


= 0,007 % der gesamten Wasserressourcen

Langjährige Jahresniederschläge für Bayern

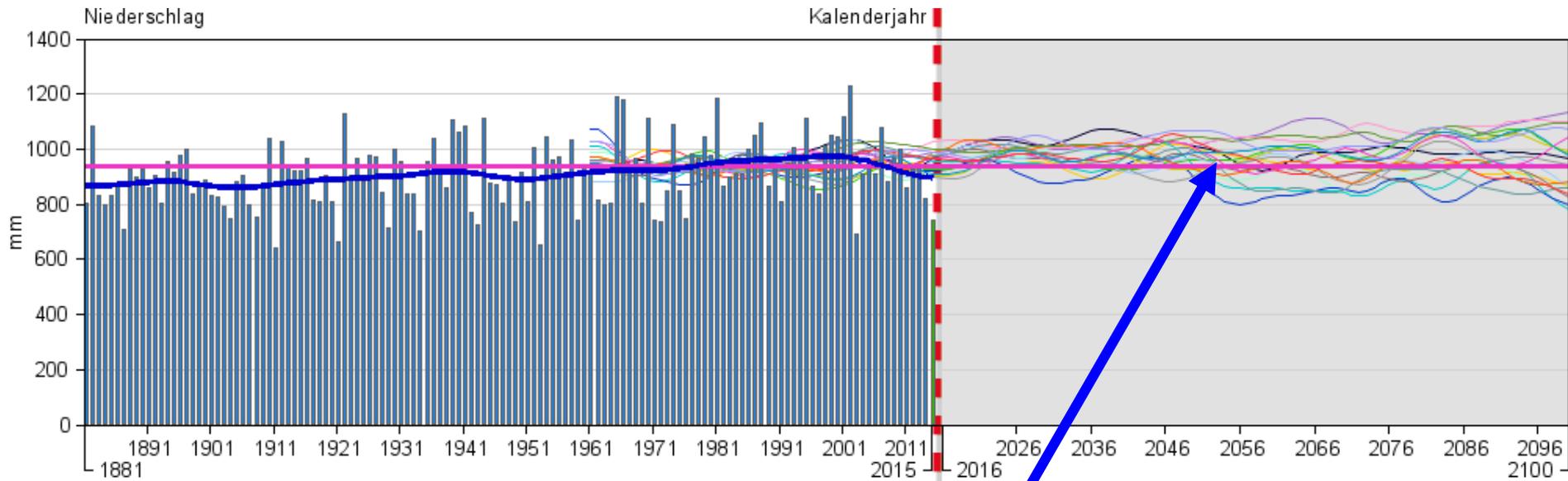


Langjährige Monatsniederschläge in Würzburg



Jahressumme 603 mm

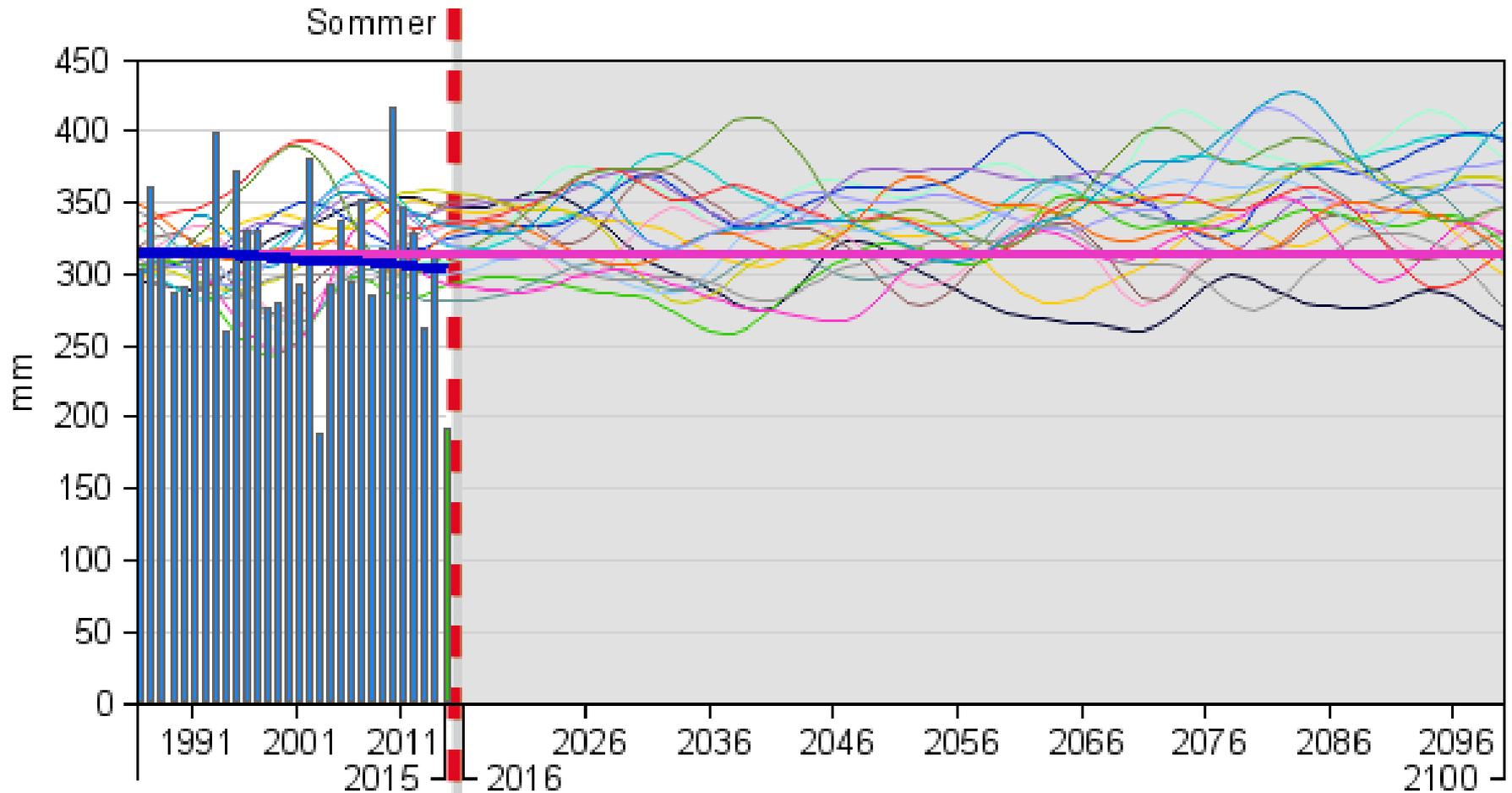
Trend der Jahresniederschläge in Bayern (1881-2015) und Prognosen (A1B) bis 2100



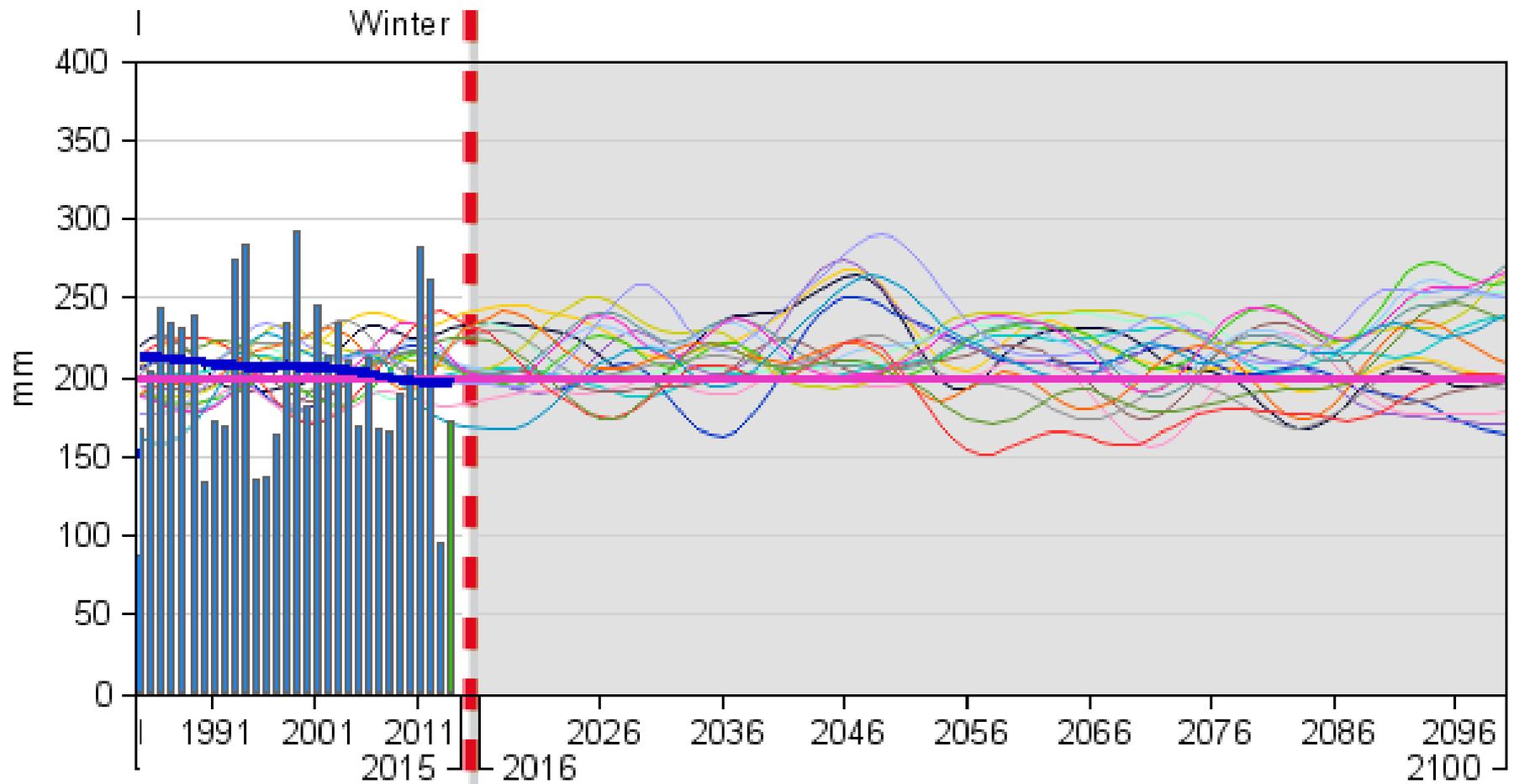
A1B Szenario:
rasches Wirtschaftswachstum,
rückläufige Weltbevölkerung,
Einführung und Nutzung
effizienterer Technologien

Ensemble verschiedener Modelle
des DWD

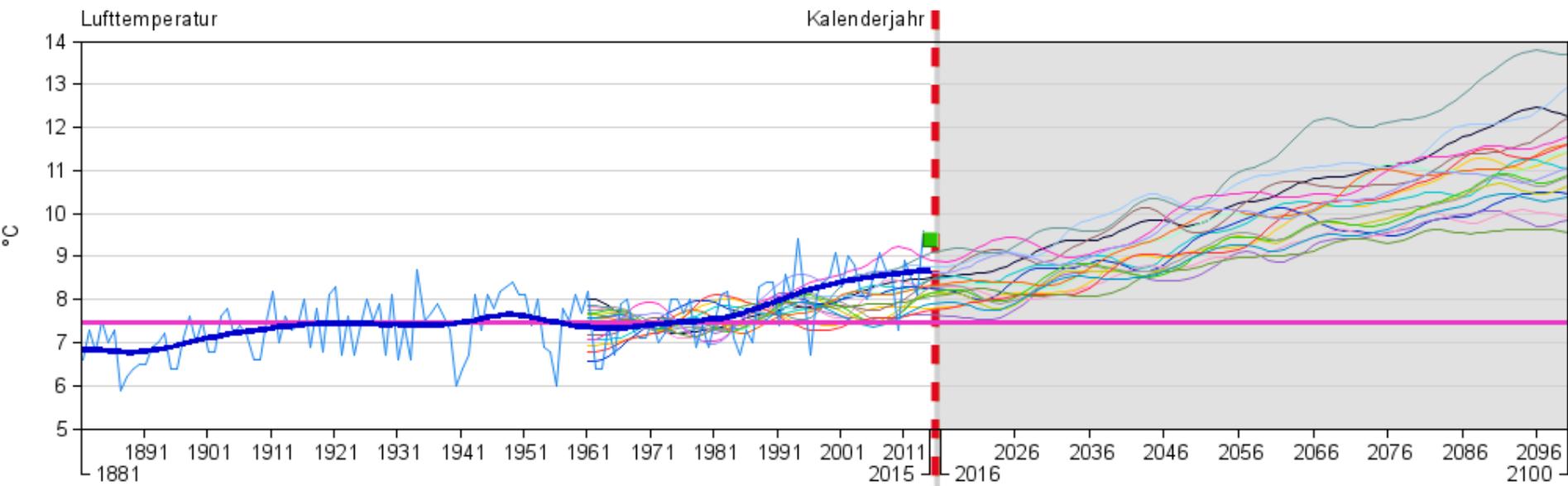
Prognose (A1B) der Sommerniederschläge für Bayern



Prognose (A1B) der Winterniederschläge für Bayern



Trend der Lufttemperaturen in Bayern (1881-2015) und Prognosen (A1B) bis 2100



die 11 wärmsten Jahre in Deutschland (1880-2015)

Rang	Jahr	Abweichung vom langj. Mittel °C
1	2015	0.90
2	2014	0.69
3	2010	0.66
4	2005	0.65
5	1998	0.63
6	2013	0.62
6	2003	0.62
8	2002	0.61
9	2006	0.59
9	2009	0.59
9	2007	0.59

Prognose der Verdunstung in Deutschland

2051-2060 zu 1961-1990



Veränderung in $\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$



Prognose der
Mehrverdunstung in
Bayern

← ca. 25 - 50 mm



Eine Getreideernte in unseren Breiten entzieht ca. 4.500 bis 6.000 m³ Süßwasser / ha

A wide-angle photograph of a golden wheat field under a cloudy sky. The field is in the foreground, and the sky is filled with large, dark, grey clouds. A semi-transparent white box is overlaid on the center of the image, containing blue text.

Weltweit verbraucht die
Landwirtschaft ca. 70 % der
nutzbaren Süßwasserressourcen

Zwischenfazit

Landwirtschaft in unseren Klimaregionen ist in Zukunft geprägt von größeren Potentialen und gleichzeitig auch größeren Risiken.

Problem der „Nilländer“





Quelle: [wikimedia.org/](https://commons.wikimedia.org/)

Kenndaten zum Nil-Einzugsgebiet



- Länge: 6695 km
(vom Viktoria-See bis zum Mittelmeer)
- Einzugsgebiet ca 3.107.600 km²
- 10 Anliegerländer
- 300 Millionen Menschen leben vom Nil

Kenndaten zum Nil-Einzugsgebiet

Armut und Geburtenziffer *)

- Äthiopien 4,4
- Sudan 4,4
- Südsudan 5,0
- Ägypten 3,3

*) Geburten/Frau (Deutschland: 1,5)



Kenndaten zum Nil-Einzugsgebiet

Gerignes Bruttoinlandprodukt 2015 *)

- Äthiopien 685 \$
- Sudan 2.175 \$
- Südsudan 221 \$
- Ägypten 3.740 \$

*) BIP je Einwohner und Jahr
Deutschland = 47.4000 \$



Bewässerungsfläche und Wasserentnahme aus dem Nil

Jahr: 2015

Bewässerungsfläche (Mio ha): 5,3

Wasserentnahme ($\text{km}^3 \cdot \text{a}^{-1}$): 83

Bewässerungsfläche und Wasserentnahme aus dem Nil

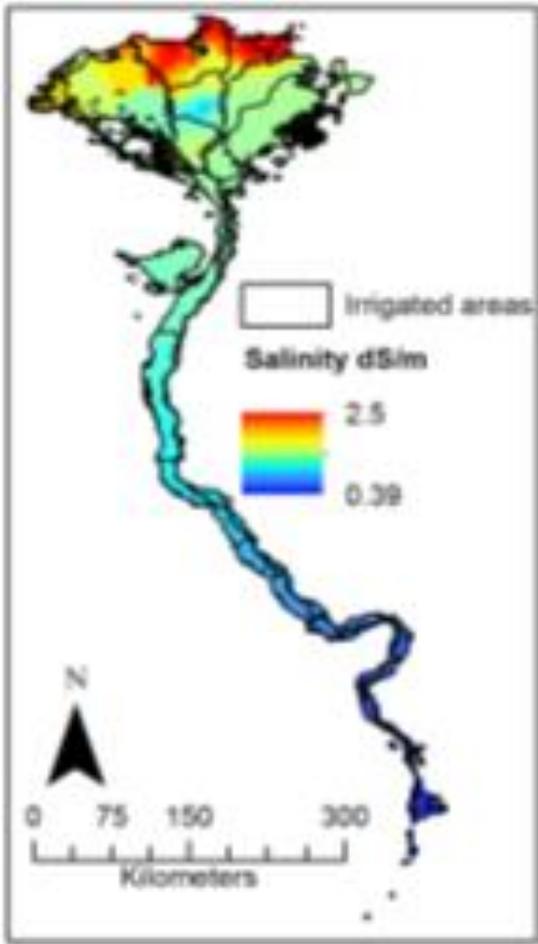
Jahr: 2015 2050

Bewässerungsfläche (Mio ha): 5,3 8,7 **+ 64%**

davon: Äthiopien: + 1,4 Mio ha
Sudan: + 1,0 Mio ha
Ägypten: + 0,5 Mio ha

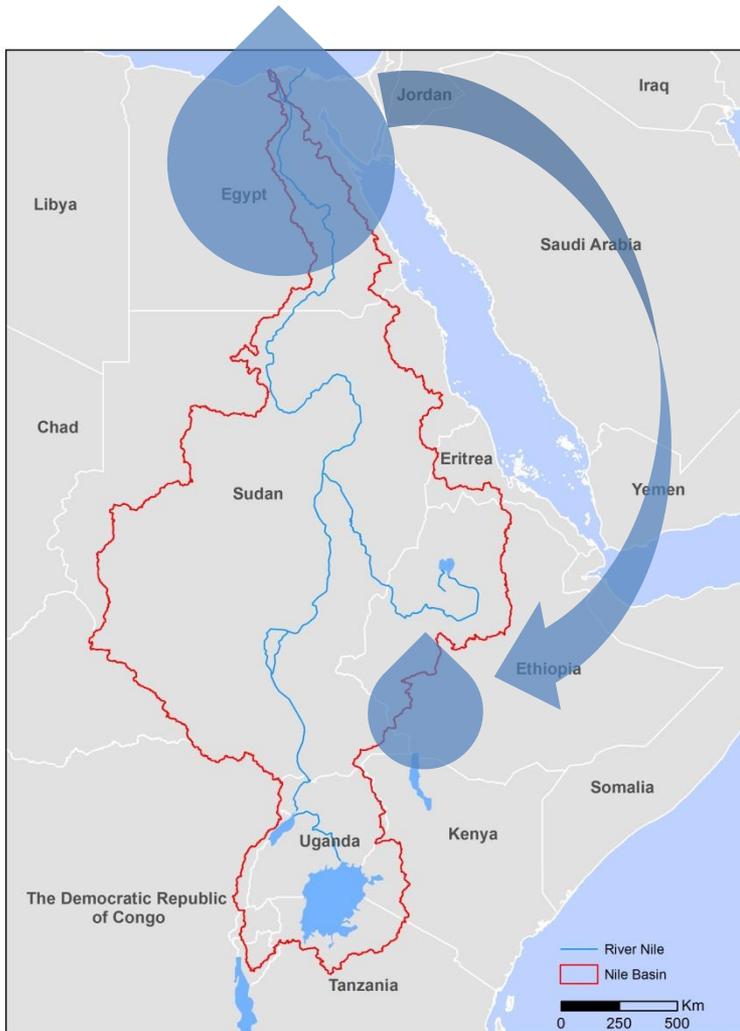
Wasserentnahme (km³*a⁻¹): 83 120 **+ 44%**

Dieses Wasser ist nicht verfügbar!!!!



Salzgehalt im Nilwasser

Die Idee des AA:



Reduzierung des Wasserverbrauchs durch modern Technik und Neuverteilung des eingesparten Wassers

Effizienzen verschiedener Bewässerungssysteme



Furthenbewässerung, Effizienz: 30 – 50 %



Beregnung, Effizienz: 50 – 70 %



Tropfbewässerung, Effizienz: > 70 %

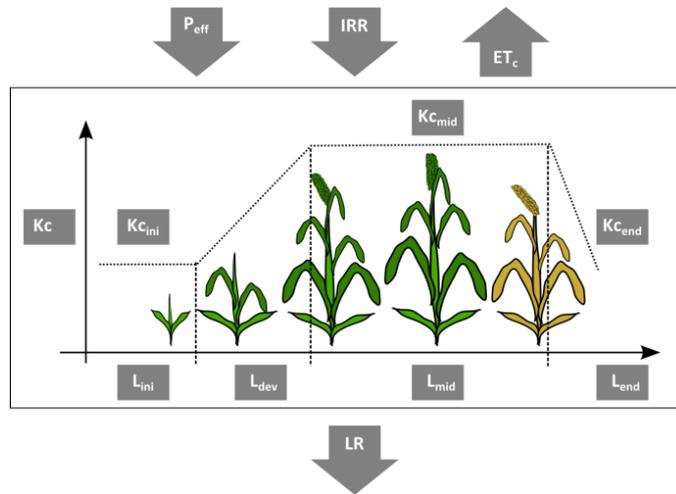
Unterirdische Kartoffelbewässerung



Quelle: Netafim

Unsere Berechnungen

Unser Berechnungsansatz



$$P_{eff} = P - RO$$

$$ET_c = PET \cdot K_c$$

$$IRR = \frac{\max(ET_c - P_{eff}, 0)}{IRR_{eff}}$$

$$LR = \frac{IRR}{1 - LF} - IRR$$

$$LF = \frac{EC_w}{EC_e}$$

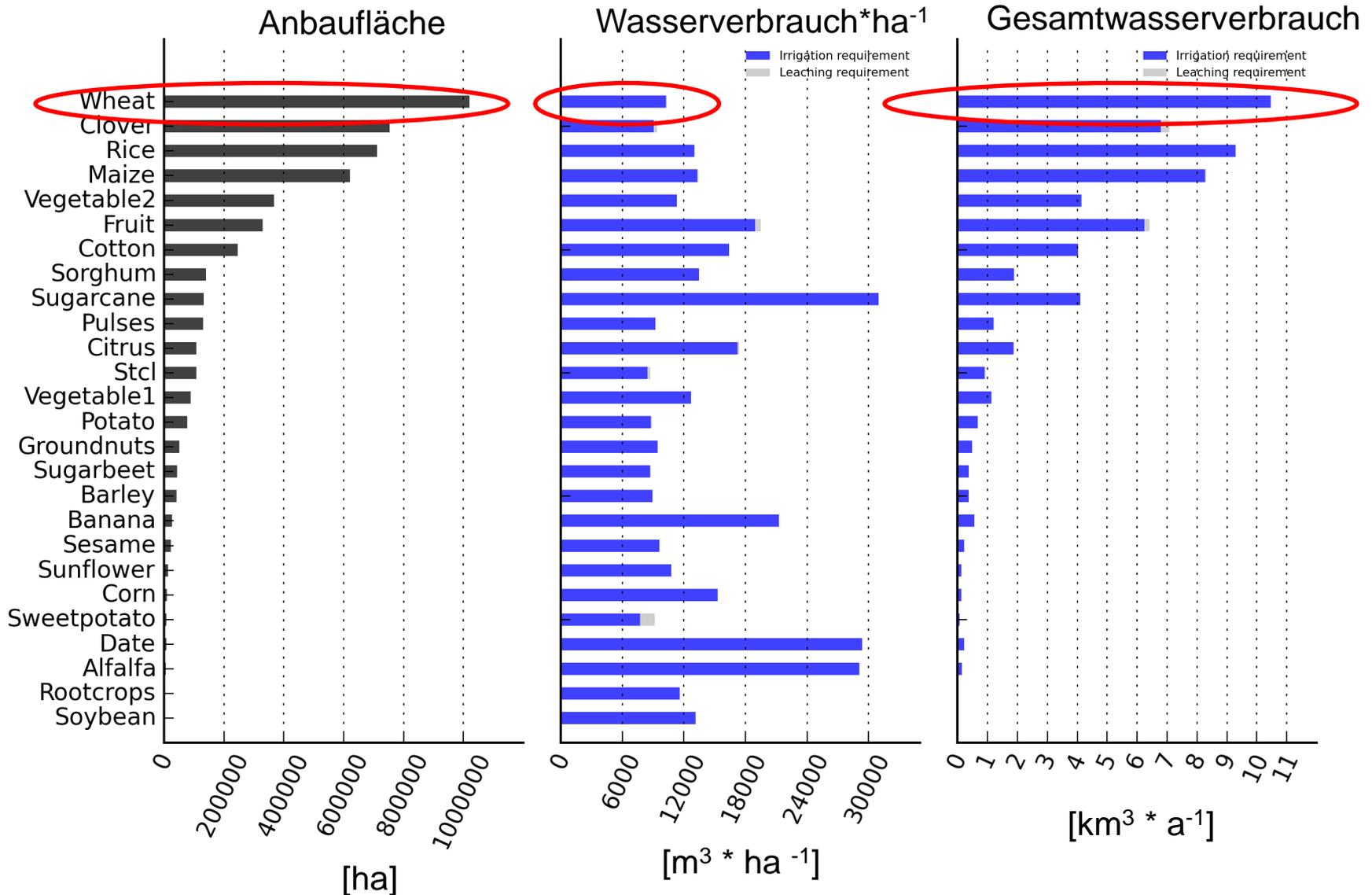
Parameter		Unit
P_{eff}	Effective rainfall	mm or $m^3 ha^{-1}$
IRR	Irrigation	mm or $m^3 ha^{-1}$
ET_c	Crop evapotranspiration	mm or $m^3 ha^{-1}$
LR	Leaching requirement	mm or $m^3 ha^{-1}$
P	Rainfall	mm or $m^3 ha^{-1}$
RO	Surface runoff	mm or $m^3 ha^{-1}$
PET	Potential evapotranspiration	mm or $m^3 ha^{-1}$
IRR_{eff}	Irrigation efficiency	%
LF	Leaching fraction	-
EC_w	Electric conductivity of irrigation	$dS m^{-1}$
EC_e	Crop tolerable salt concentration	$dS m^{-1}$

$$IRR_{productive} = \max(ET_c - P_{eff}, 0)$$

$$IRR_{unproductive} = IRR - IRR_{productive}$$

$$LR = \max(LR - Irr_{unproductive}, 0)$$

Kulturspezifischer Wasserverbrauch Ägypten



Ergebnisse:

Defizit ohne Einsparungen: **ca. - 37 km³*a⁻¹**

Defizit bei maximalen Einsparungen
(wie in Israel realisiert): **ca. - 8 km³*a⁻¹**

Defizit bei realistischen
Technisierungen: **ca. - 25 km³*a⁻¹**

(Der mittlere jährliche Abfluss der Elbe in die Nordsee beträgt ca. 22 km³)

Was tun?

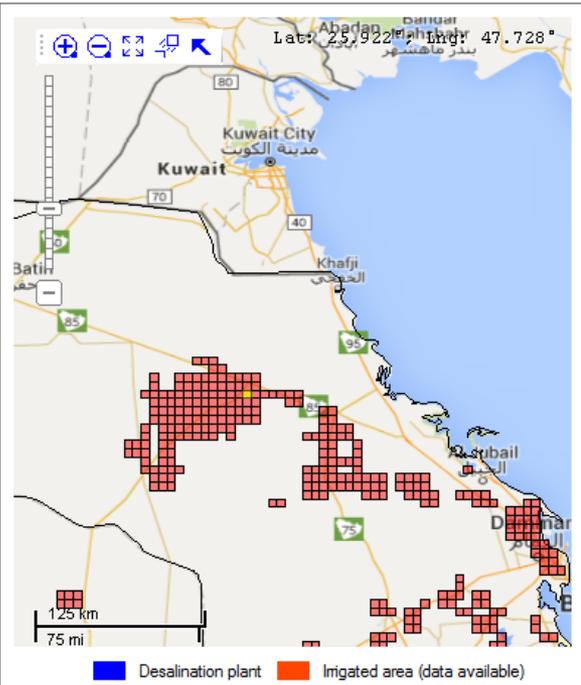
Entsalzung

Ist Entsalzung die Lösung?



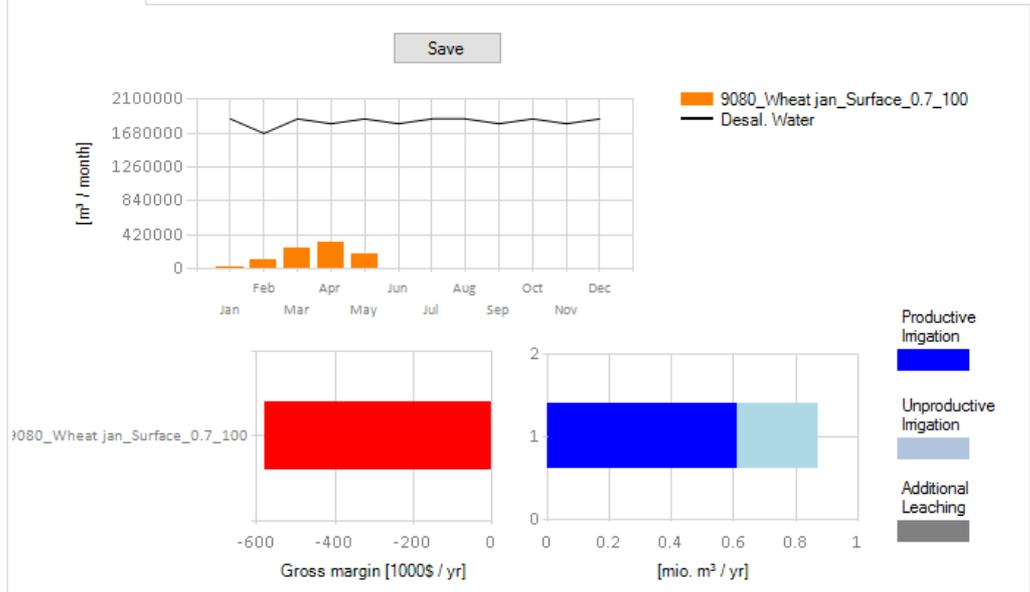
Crop **Irrigation method**
Region **Irrigation efficiency**
Yield Potential

 all all



	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_...
	Scenario_1	1	60000	0.8	maximize_gross...	0	0

Create scenarios



	Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
	7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

Entsalzungskosten 0,6 \$ / m³

Folder Help

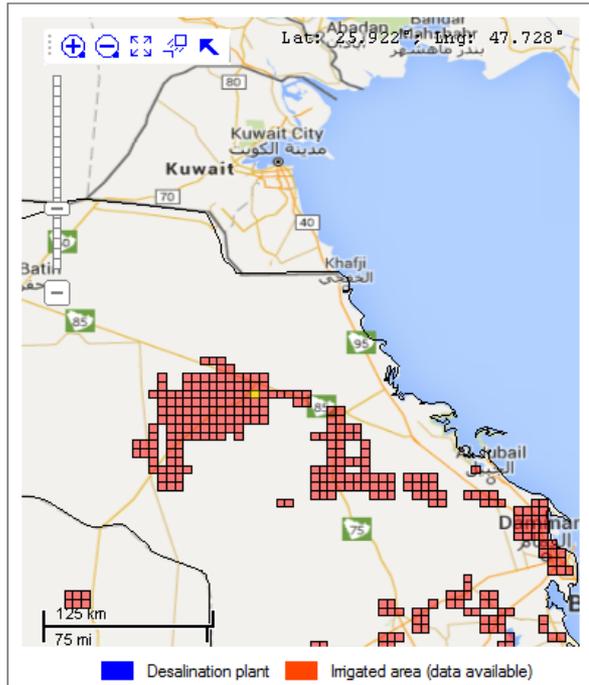
Crop: Irrigation method:

Region: Irrigation efficiency:

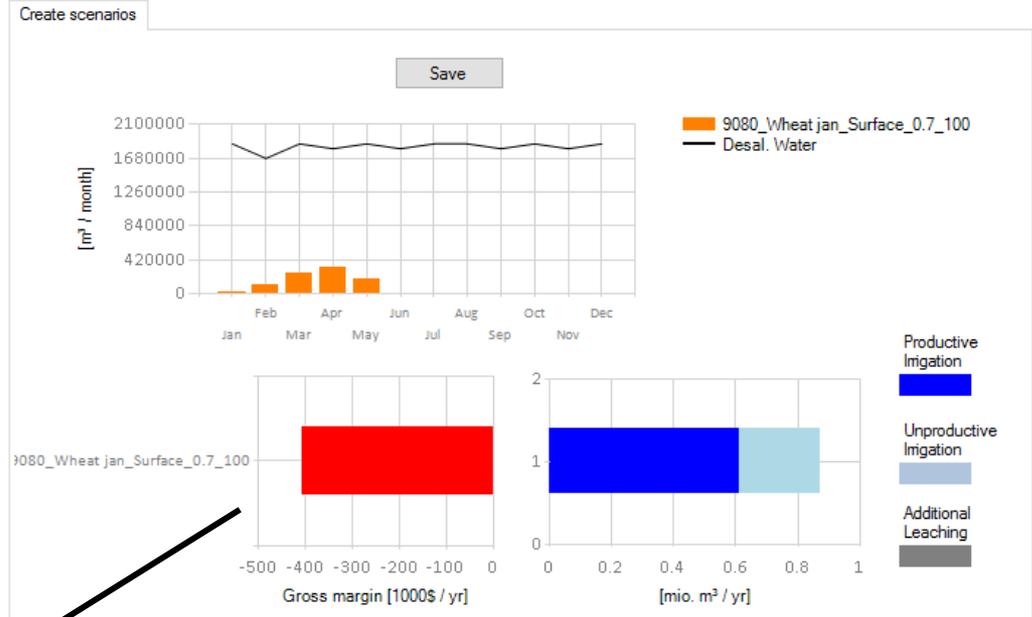
Yield Potential:

Add item Optimize

all all



ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_...
Scenario_1	1	60000	0.6	maximize_gross_...	0	0



Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

- 4.057 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten 0,4 \$ / m³

Folder Help

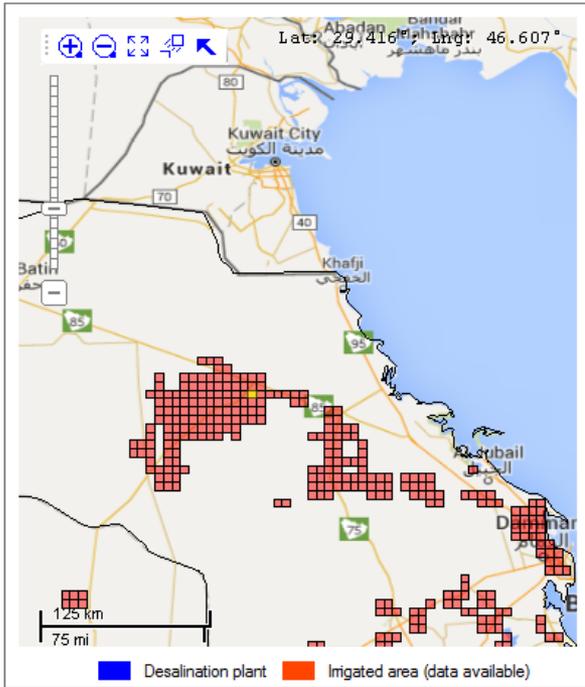
Crop: Irrigation method:

Region: Irrigation efficiency:

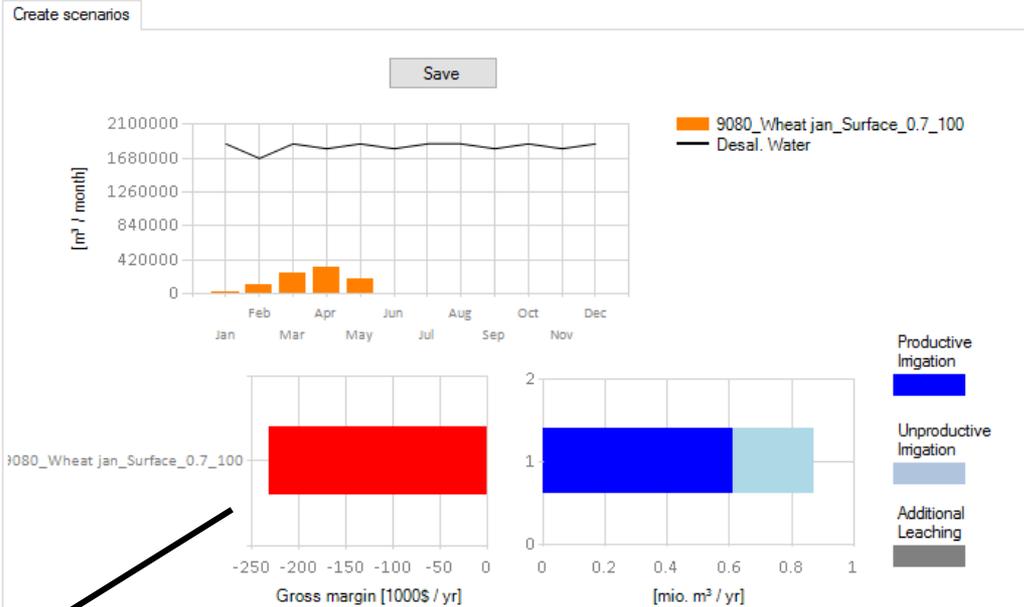
Add item Optimise

Yield Potential:

all all



ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_...
Scenario_1	1	60000	0.4	maximize_gross_...	0	0



Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

- 2.313 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten 0,2 \$ / m³

Folder Help

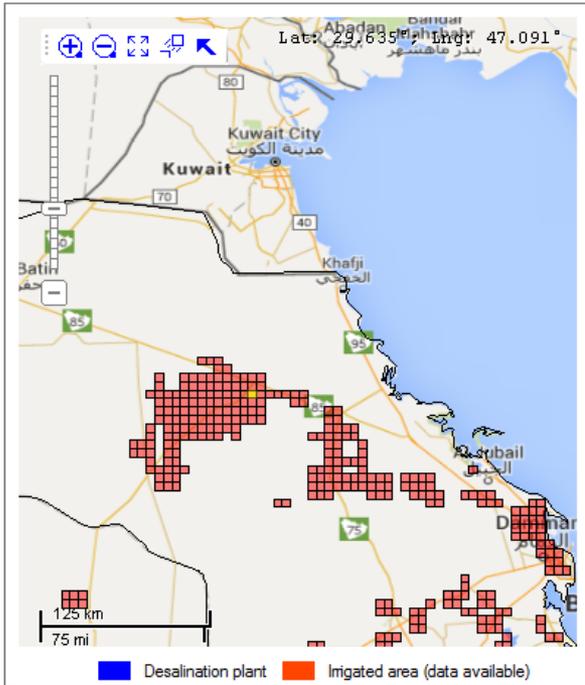
Crop: Irrigation method:

Region: Irrigation efficiency:

Add item Optimise

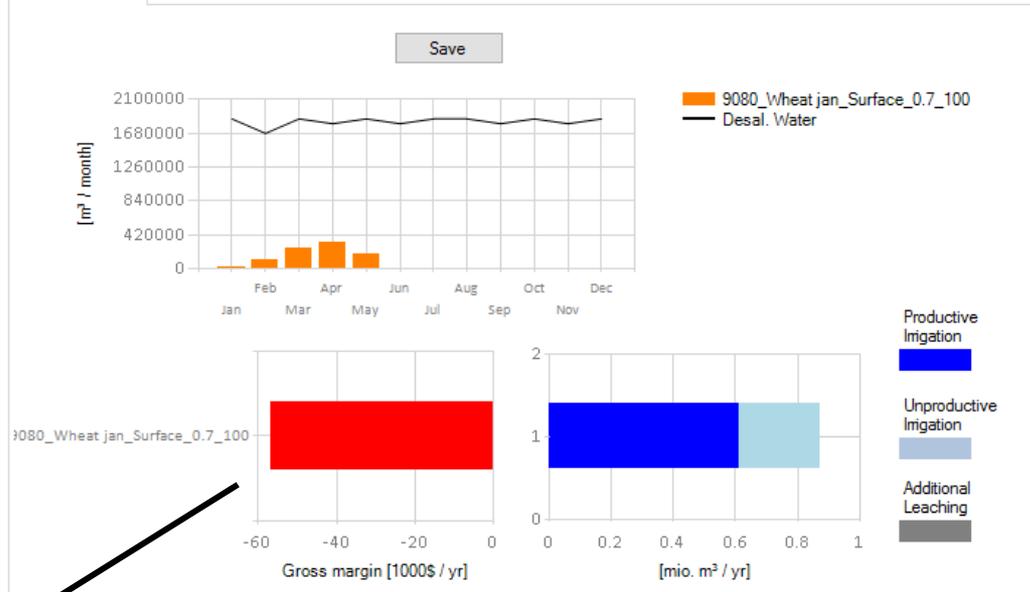
Yield Potential:

all all



Import	Delete	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_
		Scenario_1	1	60000	0.2	maximize_gross_...	0	0

Create scenarios



Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
▶	7_100	Surface	0.7	100	4.404	100
*						

- 568 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten 0,1 \$ / m³

Folder Help

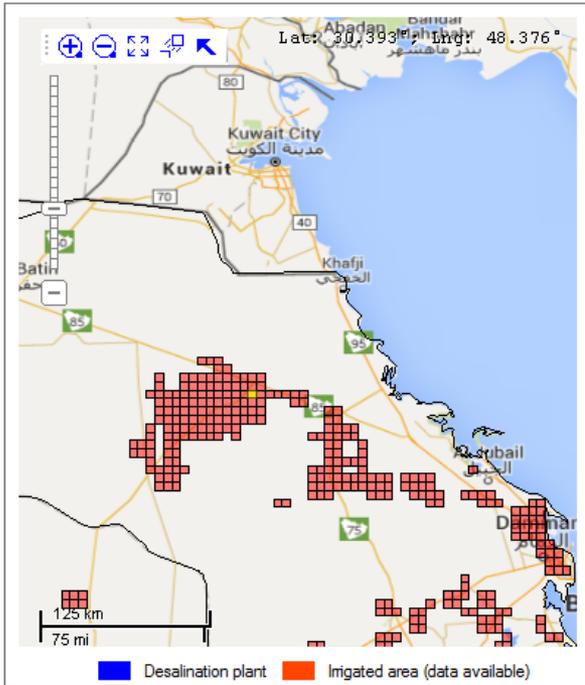
Crop: Irrigation method:

Region: Irrigation efficiency:

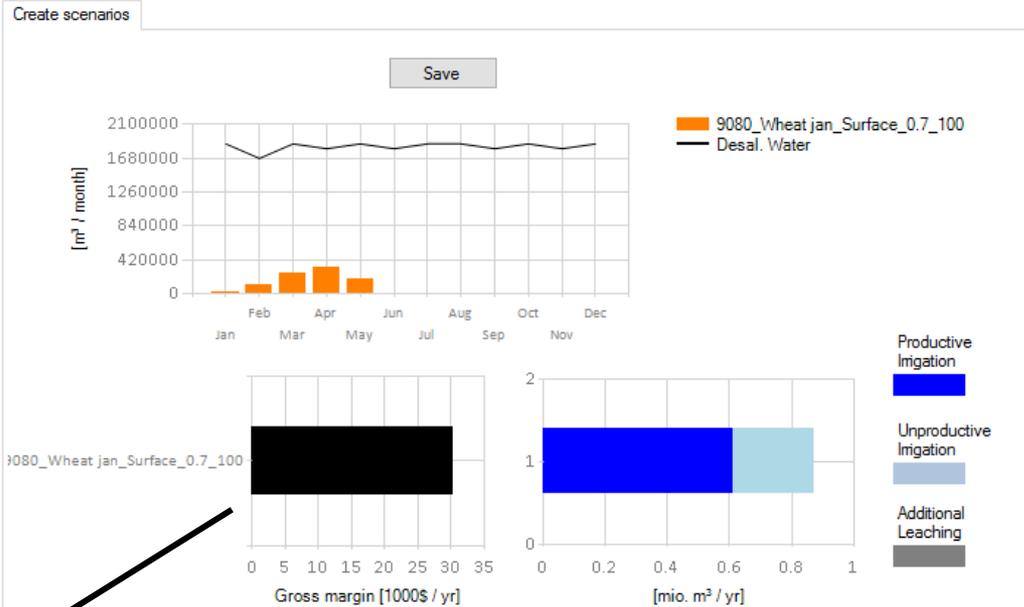
Add item Optimise

Yield Potential:

all all



ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_...
Scenario_1	1	60000	0.1	maximize_gross_...	0	0



Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

+ 303 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten

0,1 \$ / m³

Folder Help

Crop: Wheat jan | Irrigation method: Surface

Region: 9080 | Irrigation efficiency: 0.7

Yield potential: 100

Add item | Optimise

all | all

Lat: 30.333333, Long: 48.376°

Abadan, Kuwait City, Kuwait, Batlin, Khafji, Sabail, Doha

125 km | 75 mi

Legend: Desalination plant, Irrigated area (data available)

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

+ 303 \$/ha

Import | Delete

	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_...
	Scenario_1	1	60000	0.1	maximize	0	0

Create scenarios

Save

2100000
1680000
1260000
840000
420000
0

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Legend: 9080_Wheat jan_Surface_0.7_100, Desal. Water

2
1
0

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1

0 5 10 15 20 25 30 35

Gross margin [1000\$ / yr] | [mio. m³ / yr]

Legend: Productive Irrigation, Unproductive Irrigation, Additional Leaching

	Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
	7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

Erlös

Virtueller Wasserhandel

Virtueller Wasserhandel *)

Wasserüberschussgebiete

Wassermangelgebiete

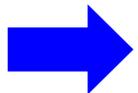
ca. 1.300 m³ Wasser / t Weizen

ca. 2.300 m³ Wasser / t Reis



*) Begriff geht auf Arbeiten von John Allan Mitte der 1990er Jahre zurück; gewürdigt mit dem Stockholm Water Laureate Prize 2008.

Virtueller Wasserhandel:



Wenn dieses Konzept greifen soll, dann müssen alle Maßnahmen einer intensiven, ressourcenschonenden Landnutzung in denjenigen Gebieten genutzt werden, die über ausreichende Wassermengen verfügen.



Landwirtschaft:

- **Bewässerungslandbau verstärken ?**
- **Zwei Ernten erwägen ?**

Tropfbewässerung



Investitionskosten:

750 € / ha (Spargel)
1500 € / ha (Kartoffeln)

Beregnung

Investitionskosten:

ca. 45.000 € / 30 ha

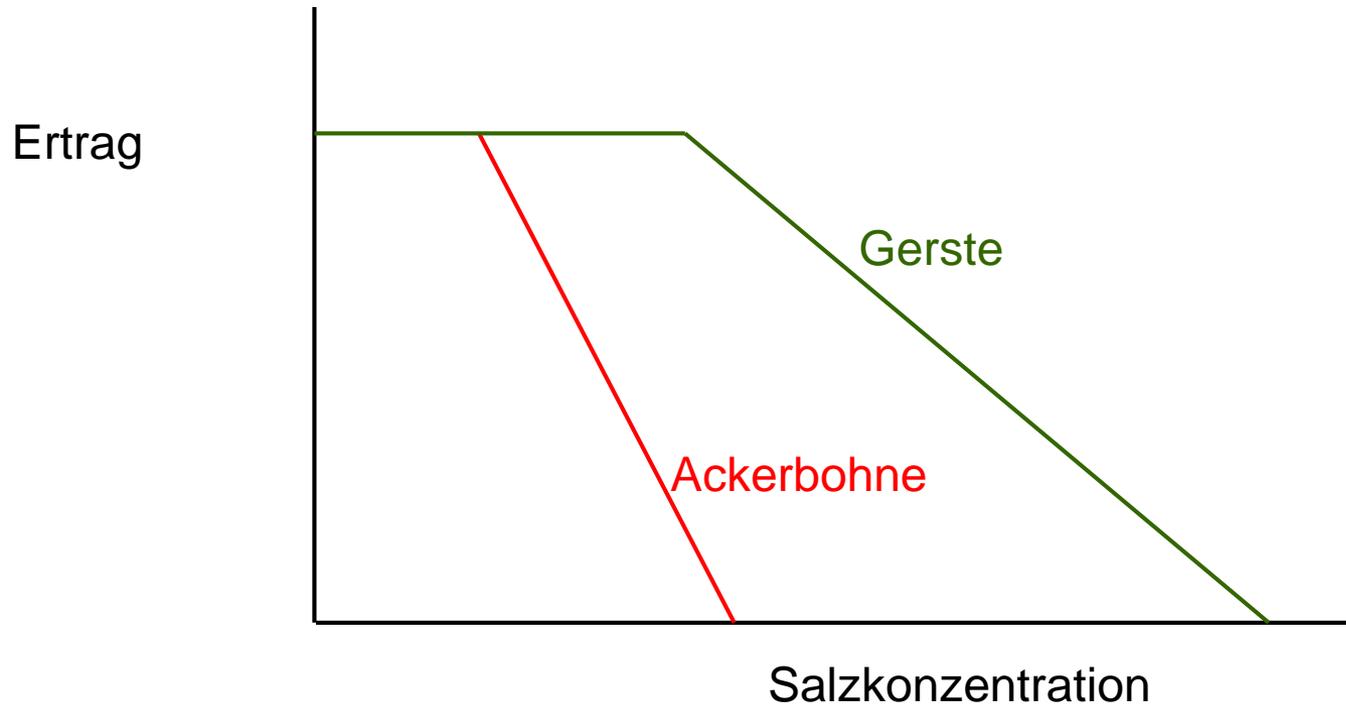
(ohne Zuleitung Wasser, Strom)

Züchtung

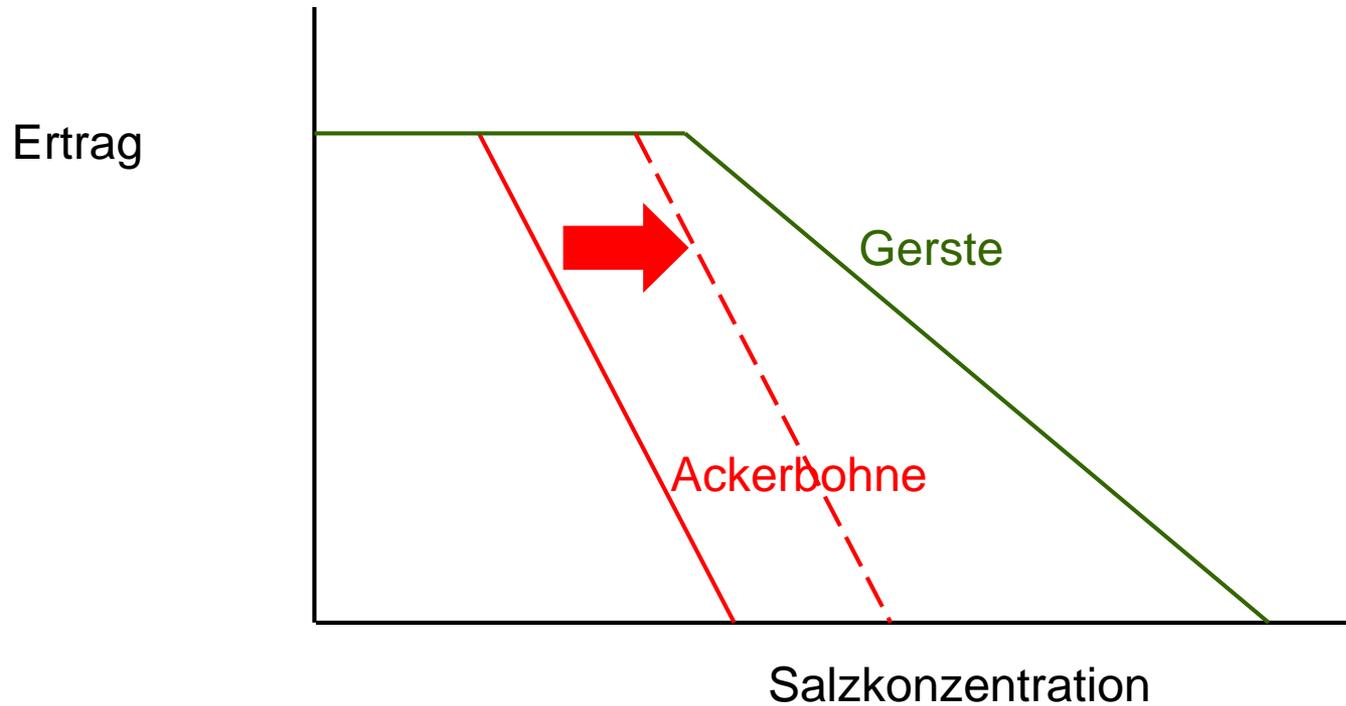
Züchtung auf:

- Resistenz gegen Trockenheit
- Salztoleranz

Züchtung auf Salztoleranz



Züchtung auf Salztoleranz



Bislang keine nennenswerten Fortschritte

CRISPR - Der Star unter den neuen Gentechniken

(Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)



CRISPR ist eine neue, molekularbiologische Methode, um DNA gezielt zu schneiden und anschließend zu verändern. Auf diese Weise können einzelne Gene umgeschrieben oder „editiert“ werden.

CRISPR - Der Star unter den neuen Gentechniken

(Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)

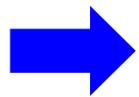
„Die neuen Methoden
.....werden helfen, die
grundlegenden Prozesse des
Lebens besser zu verstehen“.

Jörg Hacker, Präsident der Nationalen Akademie der
Wissenschaften, 2015, DIE WELT

CRISPR ist eine neue, molekularebiologische Methode, um DNA gezielt zu schneiden und anschließend zu verändern. Auf diese Weise können einzelne Gene umgeschrieben oder „editiert“ werden.

Fazit

- Hunger
- Flüchtlingsbewegungen



Ohne erfolgreiche Landwirtschaft
gibt es keine Lösungen