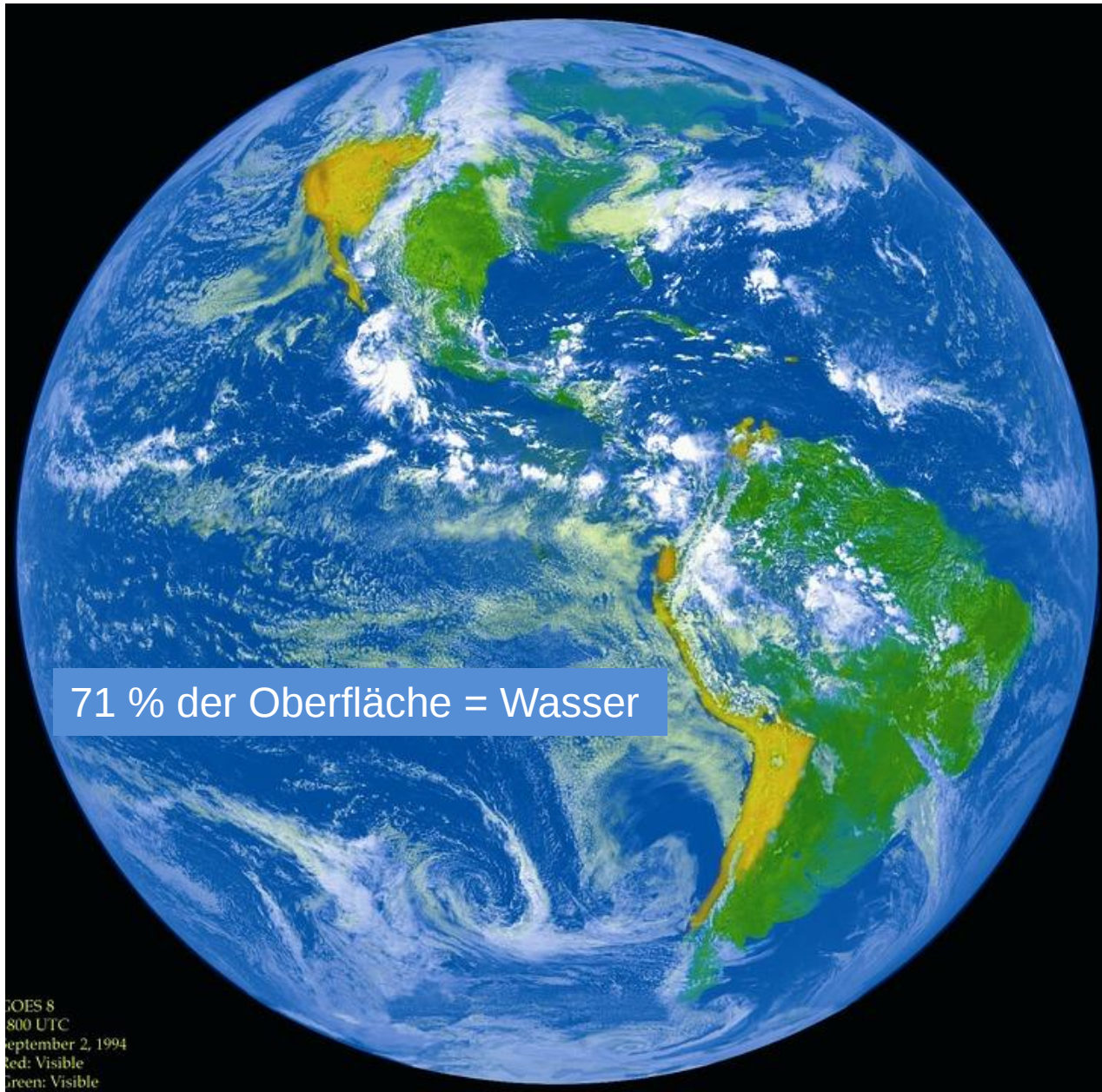


Natürliche Ressourcen – Schlüsselrolle bei zukünftigen Konflikten

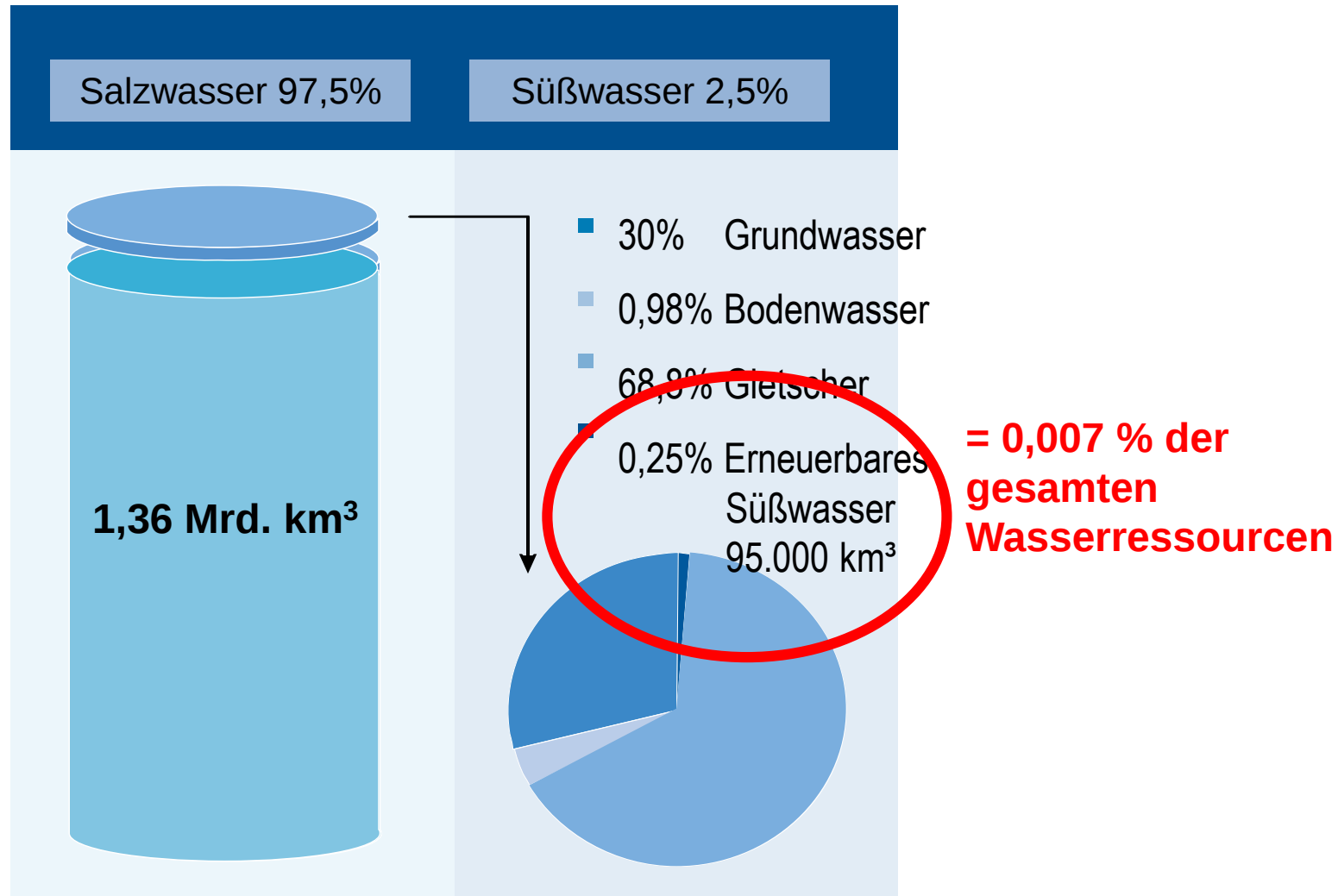
Hans-Georg Frede

Der blaue Planet



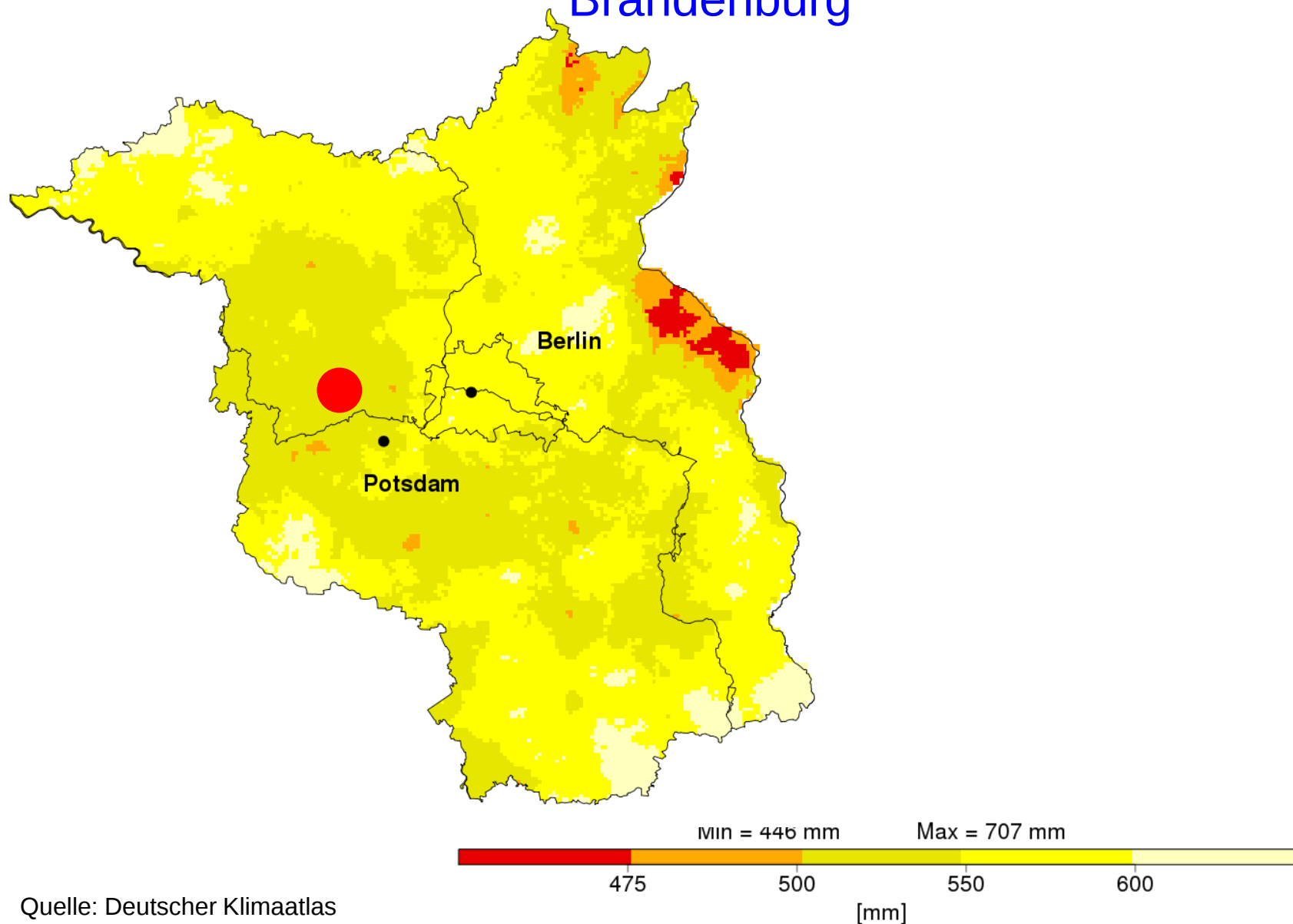
GOES 8
1800 UTC
September 2, 1994
Red: Visible
Green: Visible

Wasserressourcen weltweit

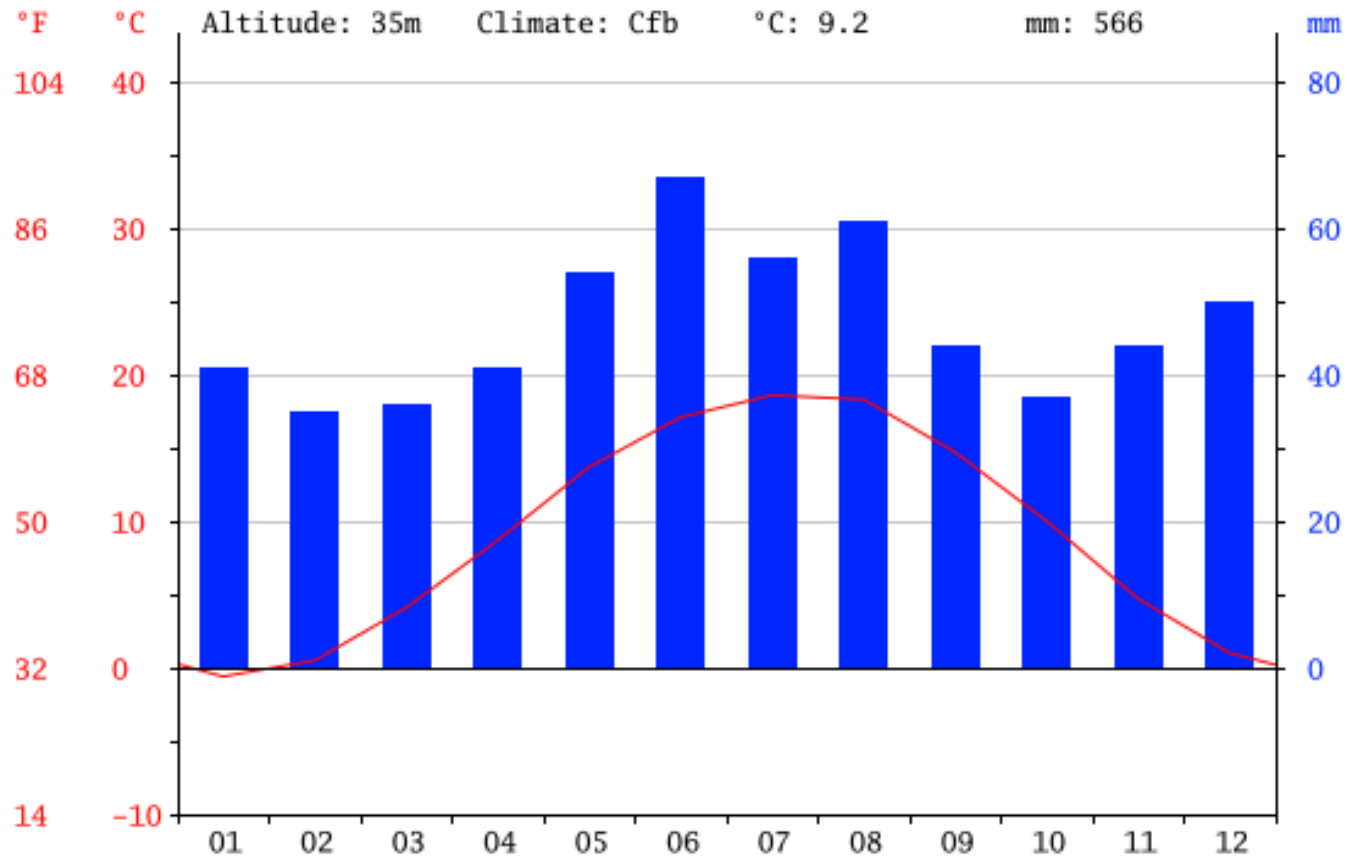


Quelle: UNESCO, Wasserentwicklungsbericht der UN, 2003

Langjährige Jahresniederschläge für Brandenburg

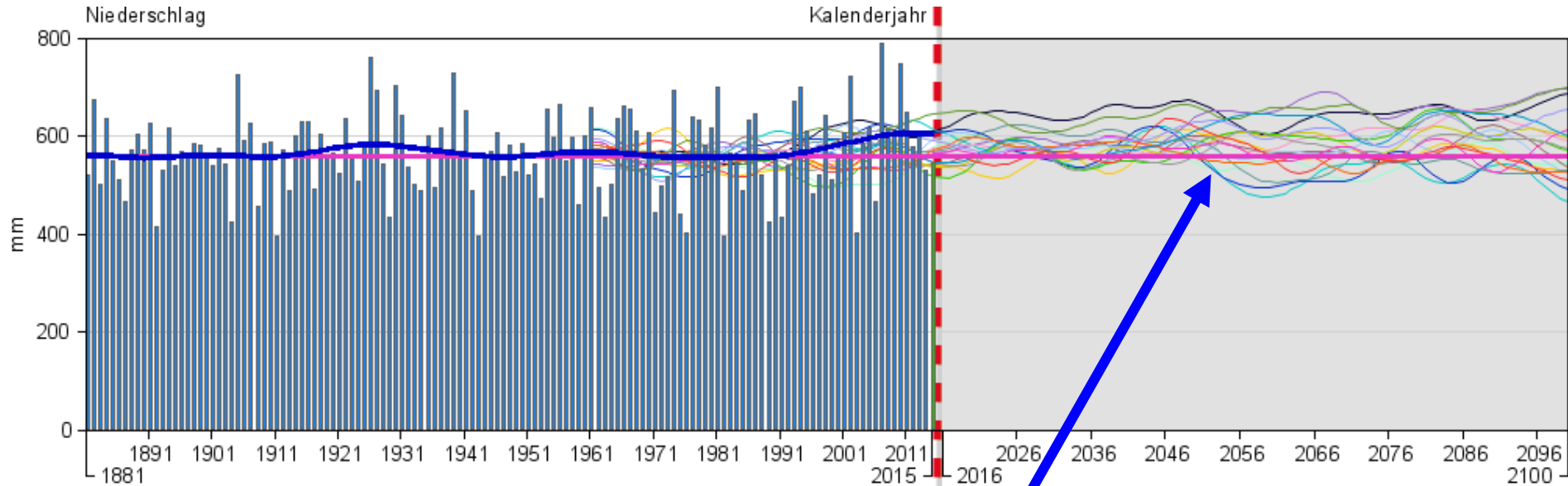


Langjährige Monatsniederschläge in Potsdam



Jahressumme 566 mm

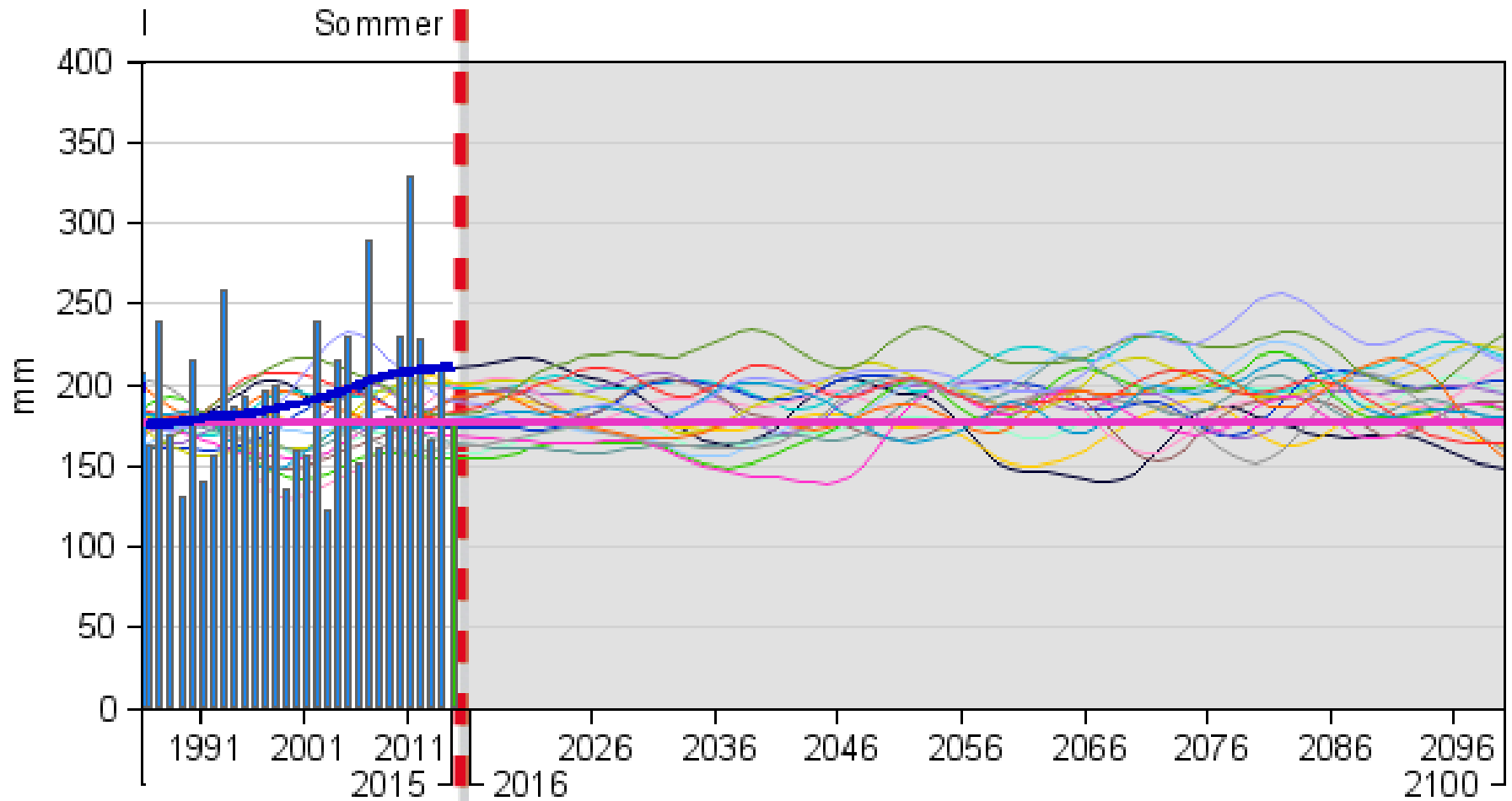
Trend der Jahresniederschläge in Brandenburg (1881-2015) und Prognosen (A1B) bis 2100



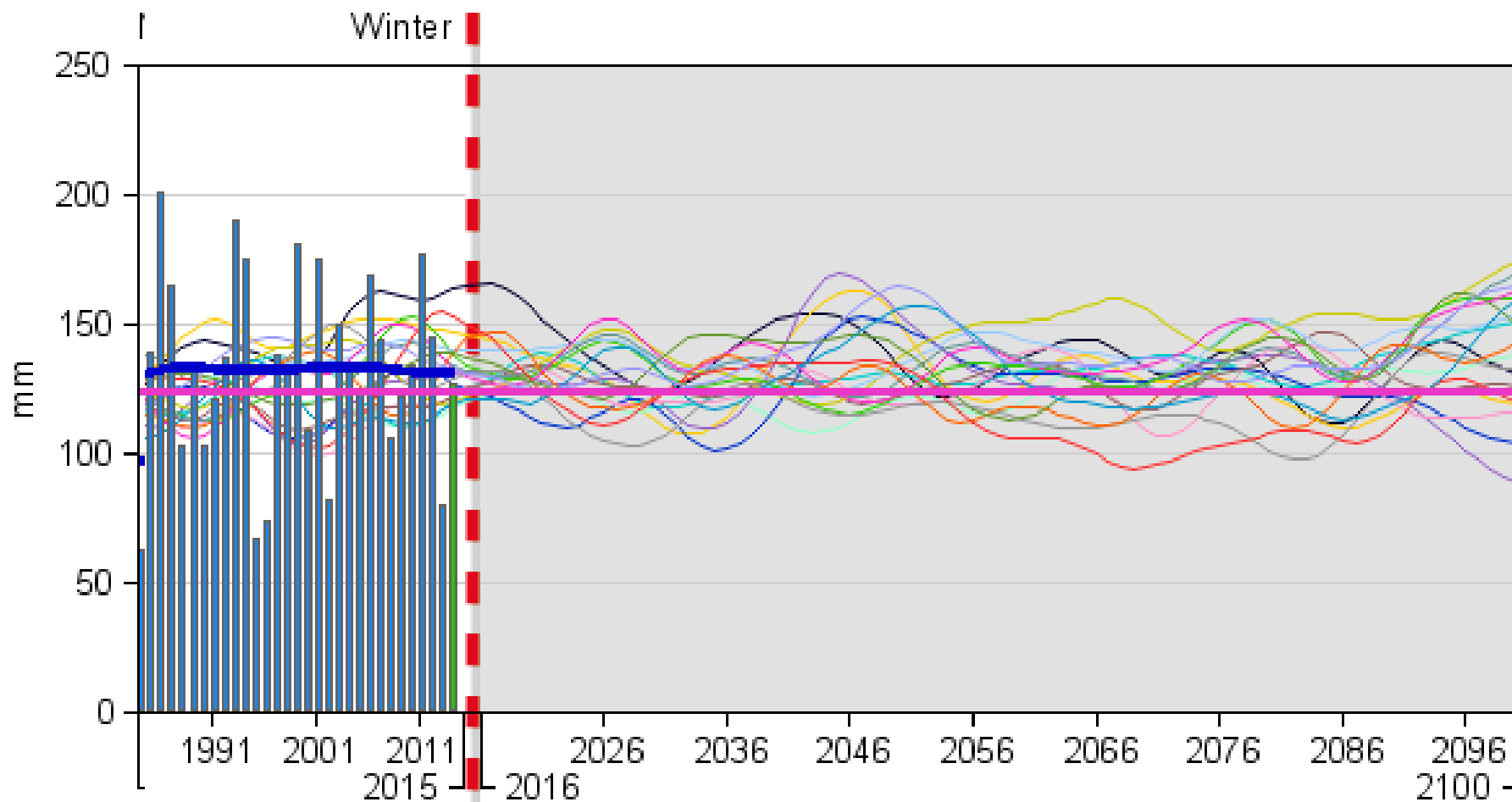
A1B Szenario:
rasches Wirtschaftswachstum,
rückläufige Weltbevölkerung,
Einführung und Nutzung
effizienterer Technologien

Ensemble verschiedener Modelle
des DWD

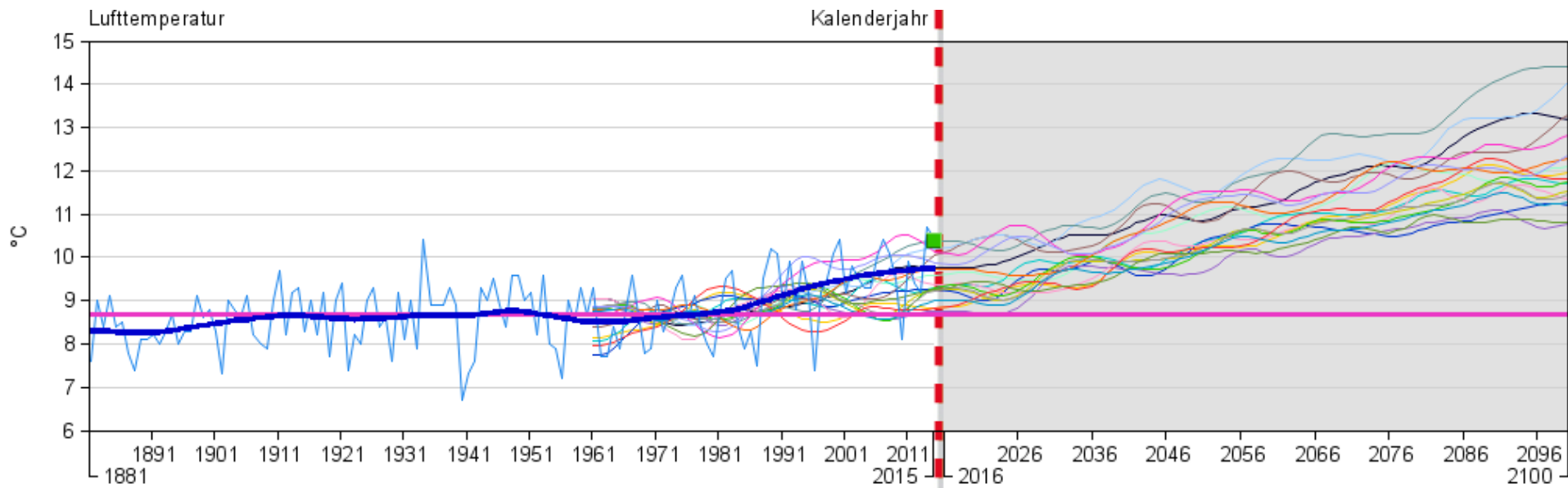
Prognose (A1B) der Sommerniederschläge für Brandenburg



Prognose (A1B) der Winterniederschläge für Brandenburg



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

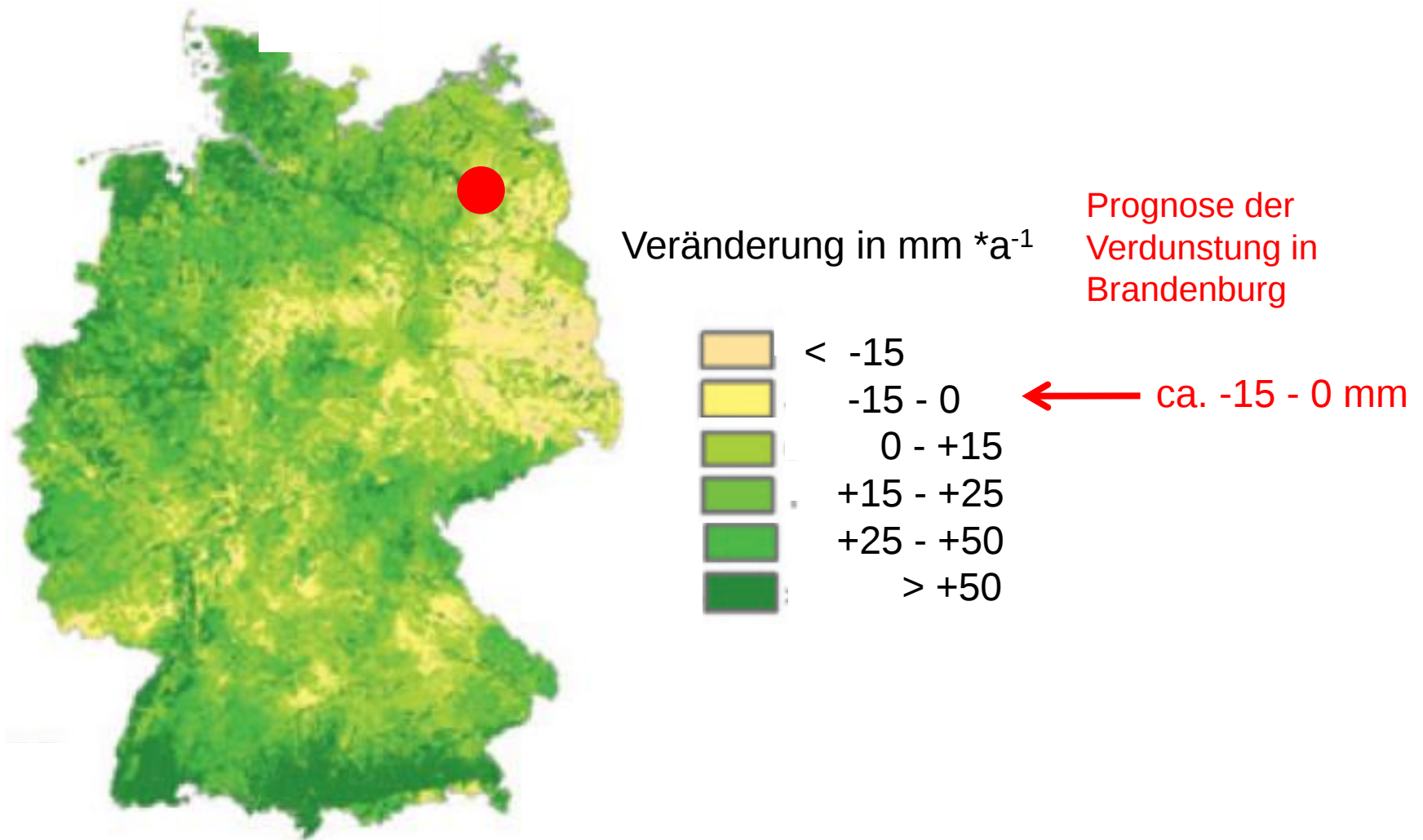


die 11 wärmsten Jahre in Deutschland (1880-2015)

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





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



Weltweit verbraucht die
Landwirtschaft ca. 70 % der
nutzbaren Süßwasserressourcen

„Wie die deutschen Winzer vom Klimawandel profitieren“ ¹⁾



„ Der letzte schwache Jahrgang liegt inzwischen fast drei Jahrzehnte zurück. Seit 1987 fahren die deutschen Winzer gute Ernten ein. So bekommen sie den Klimawandel unmittelbar zu spüren – und profitieren davon, wenn sie clever sind.“

¹⁾ Quelle: <https://www.welt.de/politik/deutschland/article150492403/>

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/wiki/File:Nile_Delta.jpg)

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

Geringes 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

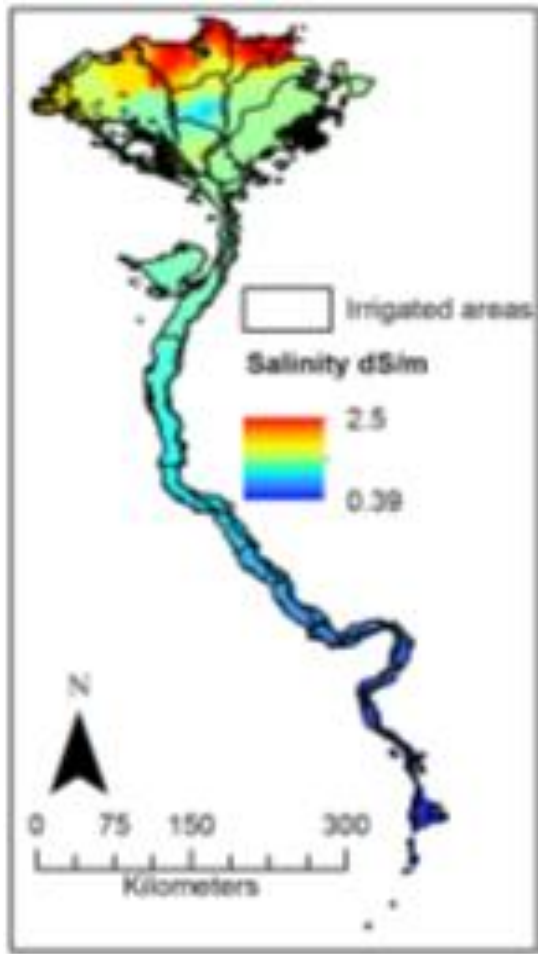
Bewässerungsfläche und Wasserentnahme aus dem Nil

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

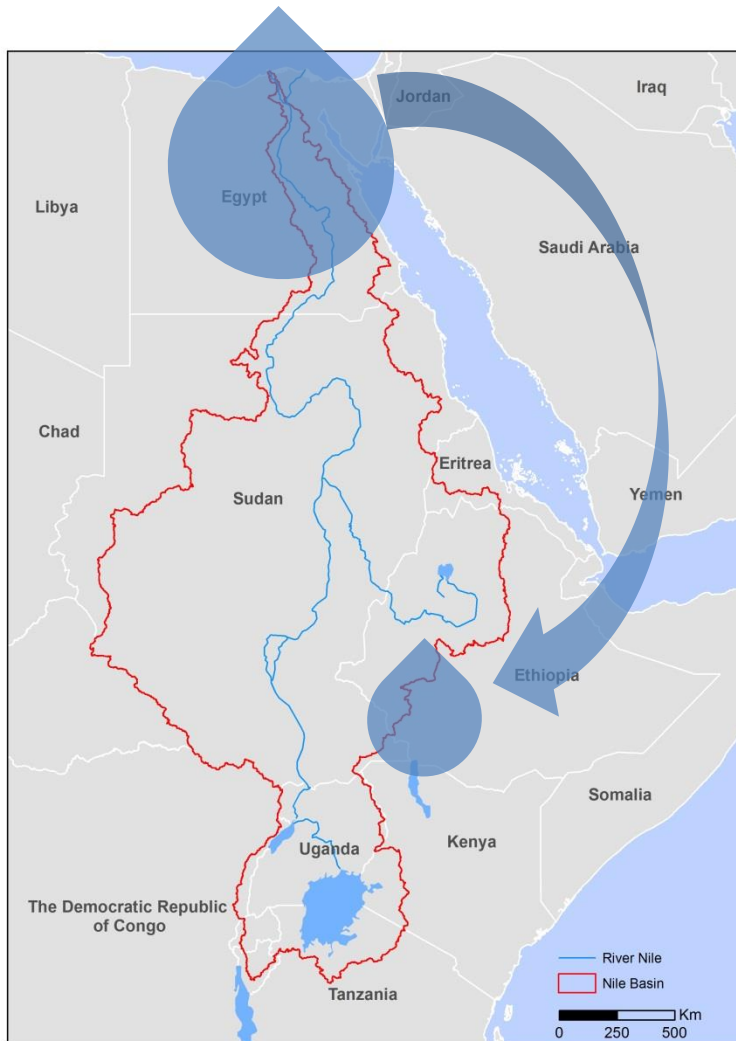
Wasserentnahme (km ³ *a ⁻¹):	83	120	+ 44%
---	----	-----	--------------



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



Furchenbewässerung, Effizienz: 30 – 50 %



Beregnung, Effizienz: 50 – 70 %



Tropfbewässerung, Effizienz: > 70 %

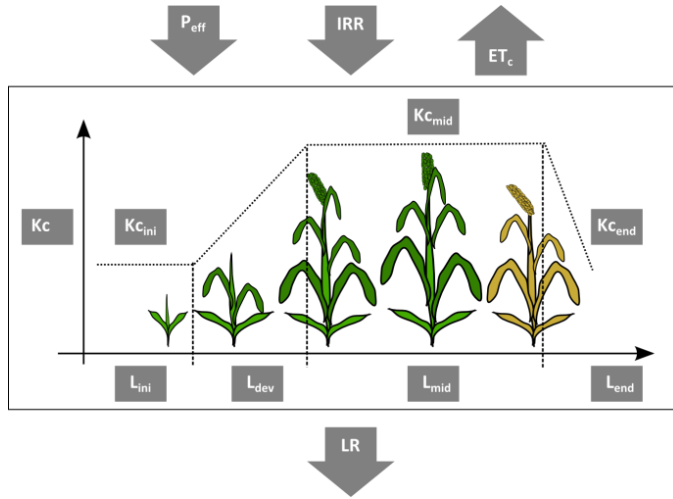
Unterirdische Kartoffelbewässerung



Quelle: Netafim

Unsere Berechnungen

Unser Berechnungsansatz



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

$$ET_c = PET \cdot K_c$$

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

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

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

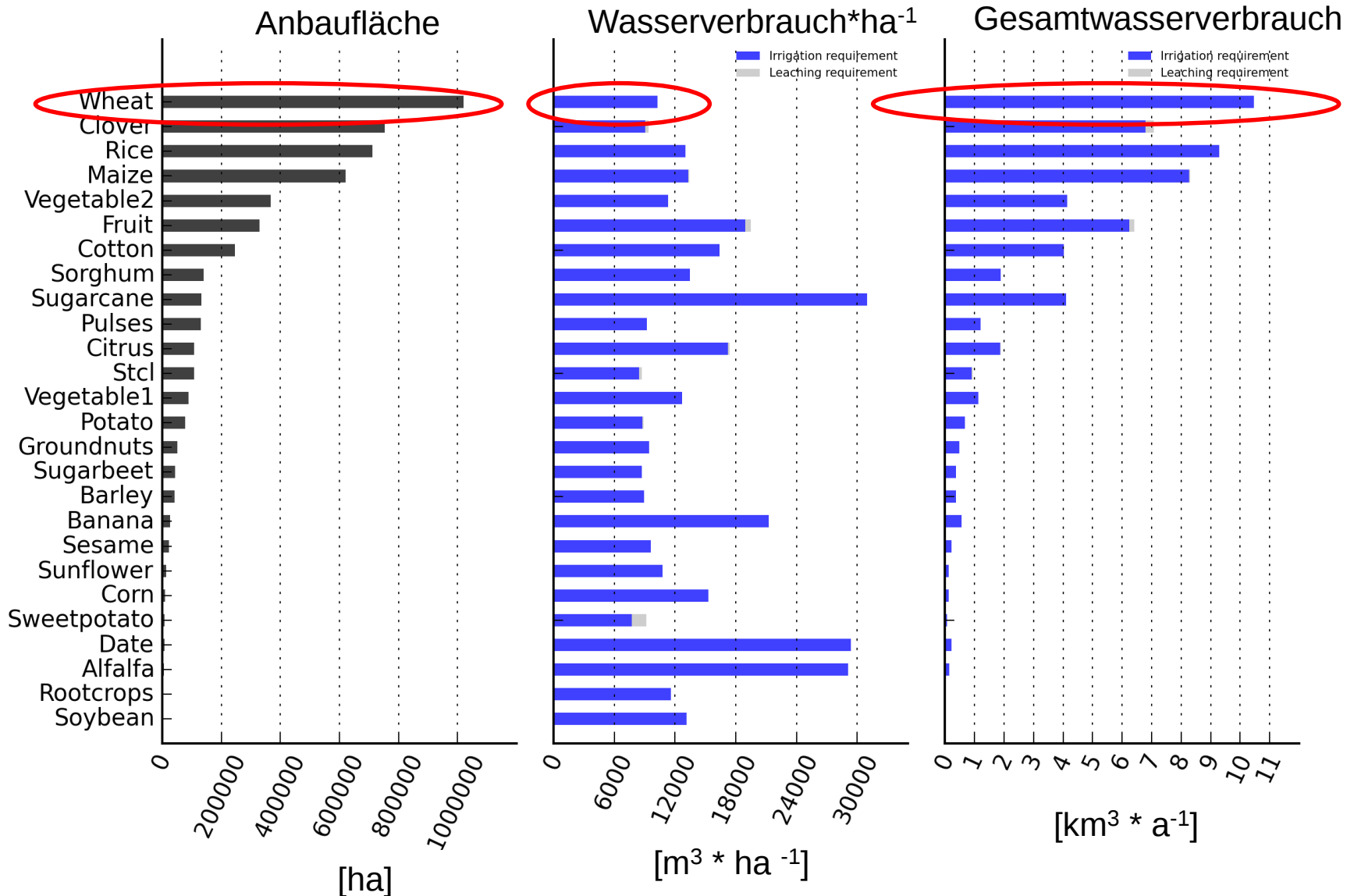
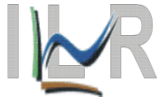
Parameter		Unit
P_{eff}	Effective rainfall	mm or $m^3 ha^{-1}$
IRR	Irrigation	mm or $m^3 ha^{-1}$
ET_c	Crop evapotranspiration	mm or $m^3 ha^{-1}$
LR	Leaching requirement	mm or $m^3 ha^{-1}$
P	Rainfall	mm or $m^3 ha^{-1}$
RO	Surface runoff	mm or $m^3 ha^{-1}$
PET	Potential evapotranspiration	mm or $m^3 ha^{-1}$
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?



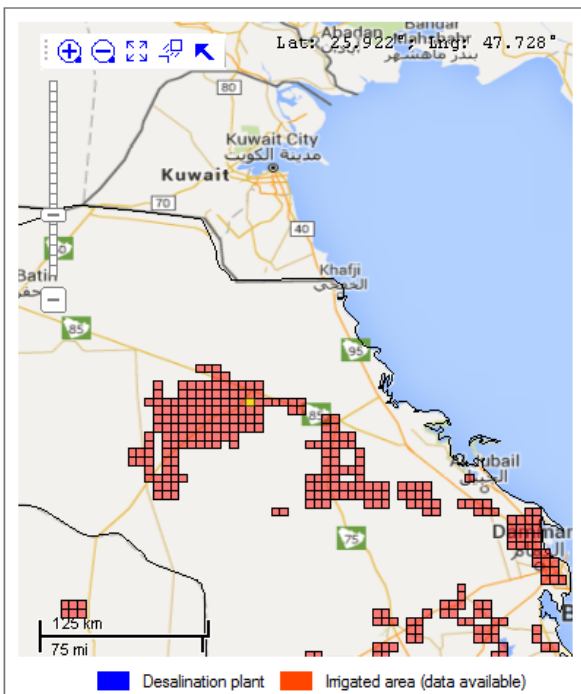
Folder Help

Crop Irrigation method

Region Irrigation efficiency

Add item Optimise

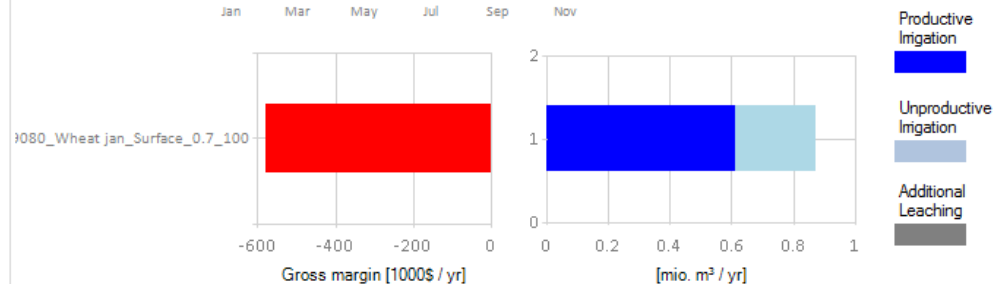
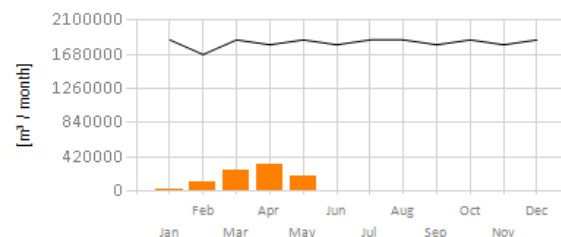
☐ all ☐ all



Import		Delete					
	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost
	Scenario_1	1	60000	0.8	maximize_gross_...	0	0
▶*							

Create scenarios

Save



ScenarioName	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	CropYield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

Entsalzungskosten

0,6 \$ / m³

Folder Help

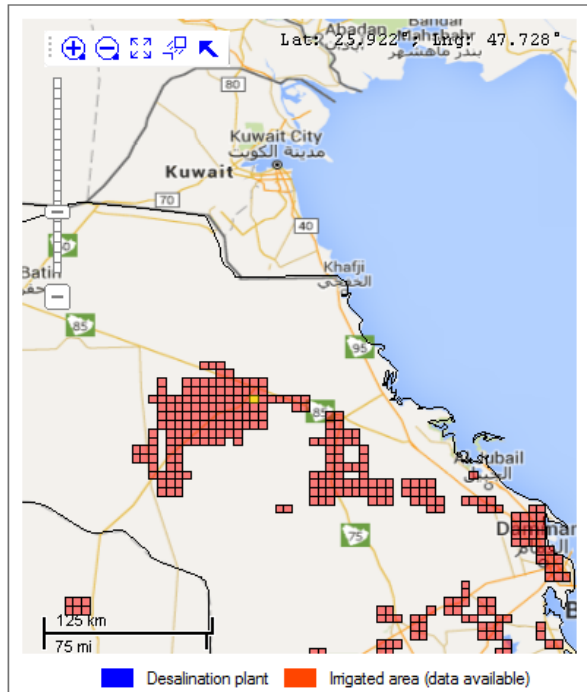
Crop: Irrigation method:

Region: Irrigation efficiency:

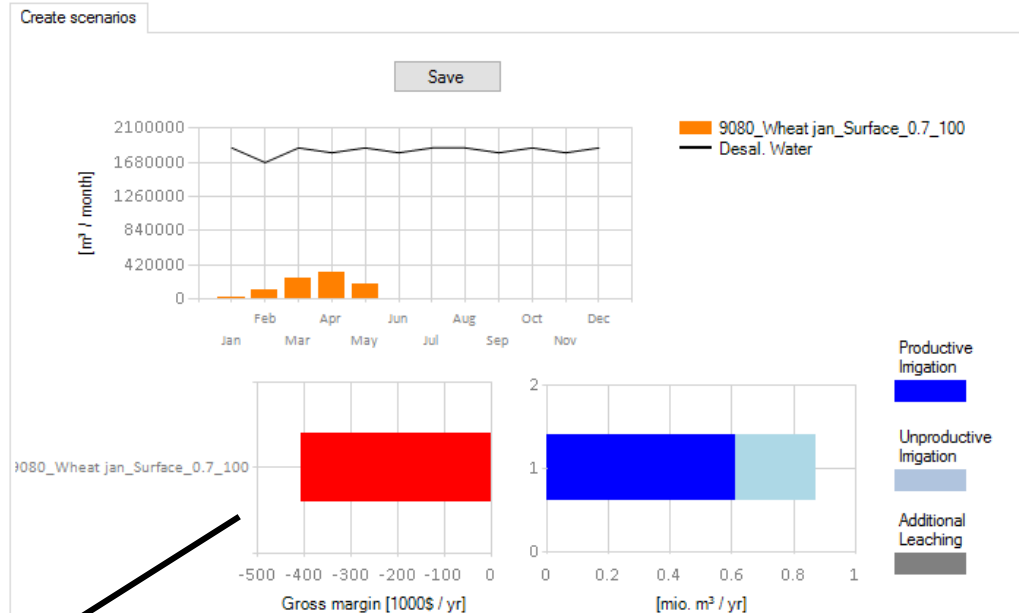
Add item Optimise

☐ all ☐ all

Yield Potential:



Import		Delete					
	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

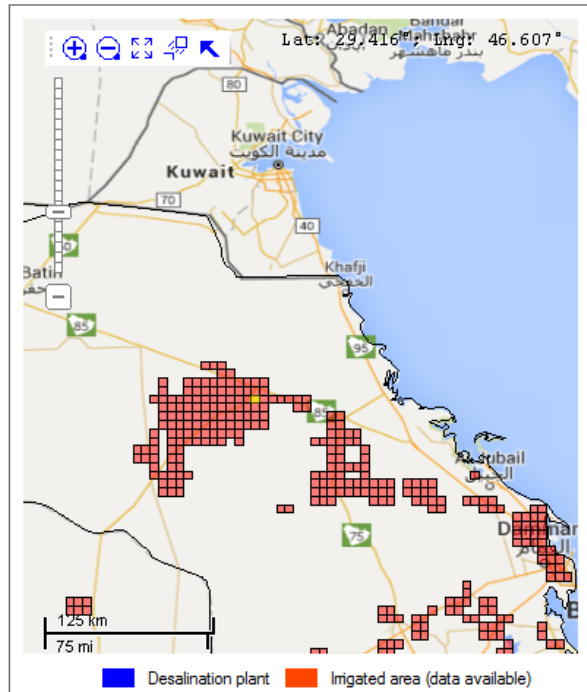
0,4 \$ / m³

Folder Help

Crop: Wheat jan
 Region: 9080
 Irrigation method: Surface
 Irrigation efficiency: 0.7
 Yield Potential: 100

Add item Optimise

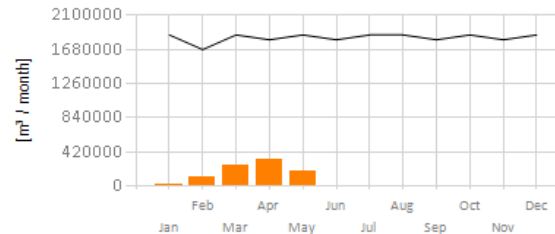
☐ all ☐ all



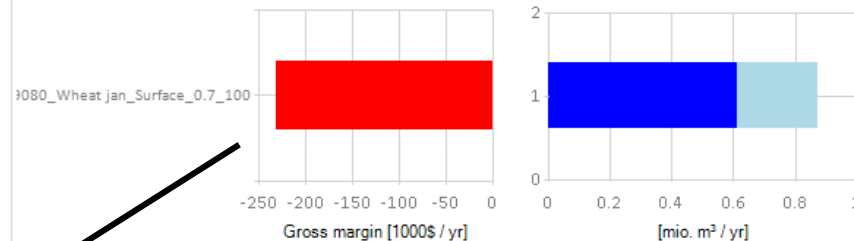
Import		Delete					
	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_
	Scenario_1	1	60000	0.4	maximize_gross_...	0	0
**							
< >							

Create scenarios

Save



9080_Wheat jan_Surface_0.7_100
 Desal. Water



Productive Irrigation
 Unproductive Irrigation
 Additional Leaching

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

- 2.313 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten

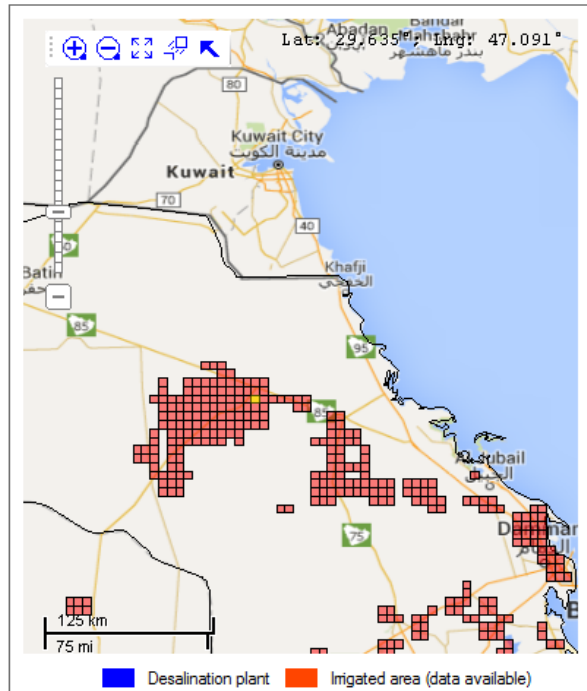
0,2 \$ / m³

Folder Help

Crop: Wheat jan
 Region: 9080
 Irrigation method: Surface
 Irrigation efficiency: 0.7
 Yield Potential: 100

Add item Optimise

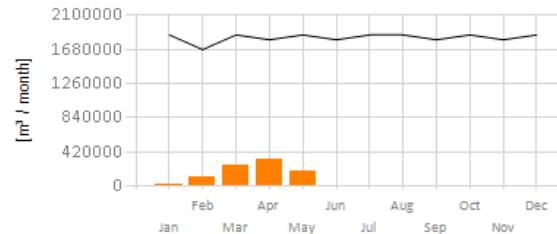
☐ all ☐ all



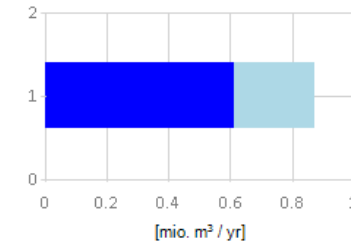
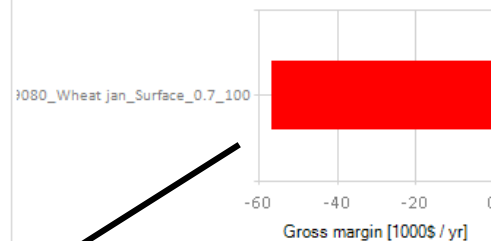
Import		Delete					
	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_
	Scenario_1	1	60000	0.2	maximize_gross_...	0	0
**							
< >							

Create scenarios

Save



9080_Wheat jan_Surface_0.7_100
 Desal. Water



Productive Irrigation
 Unproductive Irrigation
 Additional Leaching

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

- 568 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten

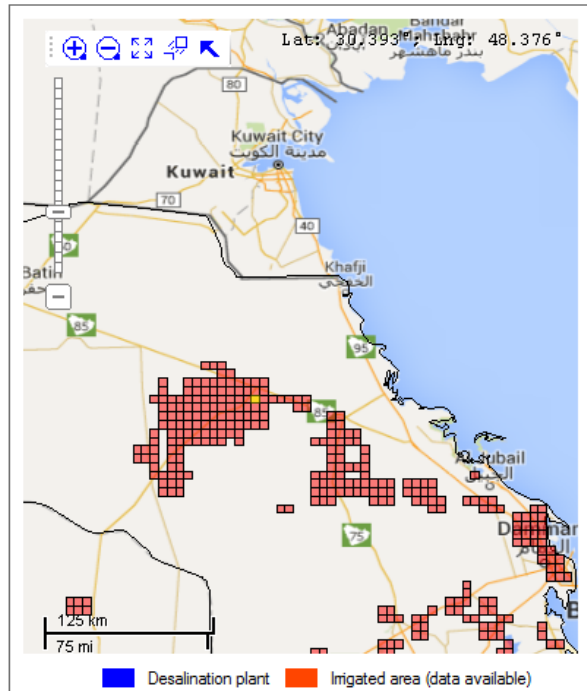
0,1 \$ / m³

Folder Help

Crop: Wheat jan
 Region: 9080
 Irrigation method: Surface
 Irrigation efficiency: 0.7
 Yield Potential: 100

Add item Optimise

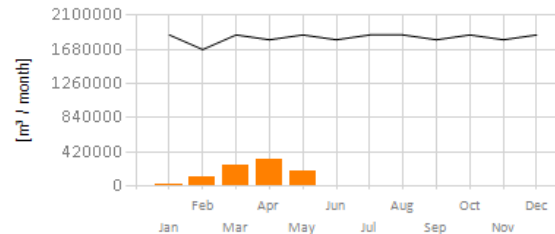
☐ all ☐ all



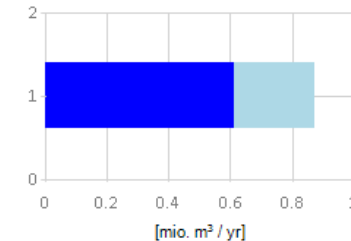
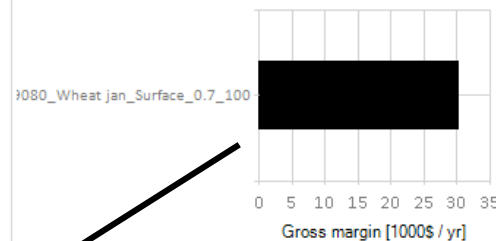
Import		Delete					
	ScenarioName	WaterQuality	WaterProduction	DesalinationCost	ObjectiveFunction	VarCost_Surface	FixCost_
	Scenario_1	1	60000	0.1	maximize_gross_...	0	0
**							
< >							

Create scenarios

Save



9080_Wheat jan_Surface_0.7_100
 Desal. Water



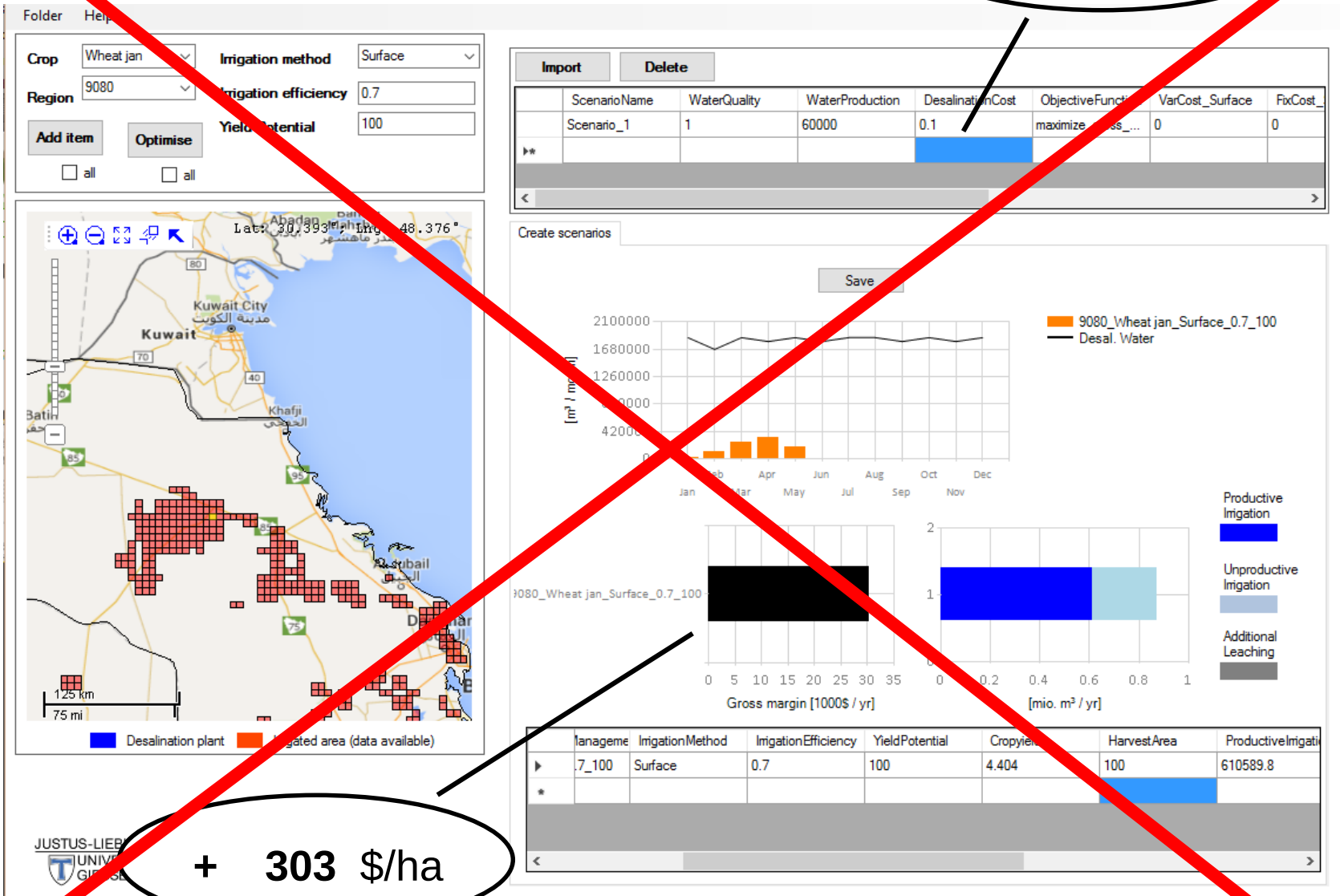
Manageme	IrrigationMethod	IrrigationEfficiency	YieldPotential	Cropyield	HarvestArea	ProductiveIrrigati
7_100	Surface	0.7	100	4.404	100	610589.8

+ 303 \$/ha

Erlös

Entsalzungskosten

0,1 \$ / m³



+ 303 \$/ha

Erlös

Virtueller Wasserhandel

Virtueller Wasserhandel *)

Wasserüberschussgebiete

Wassermangelgebiete

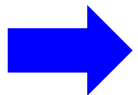
ca. 1.300 m³ Wasser / t Weizen

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)

Quelle: Netafim

Beregnung

Investitionskosten:

ca. 45.000 € / 30 ha

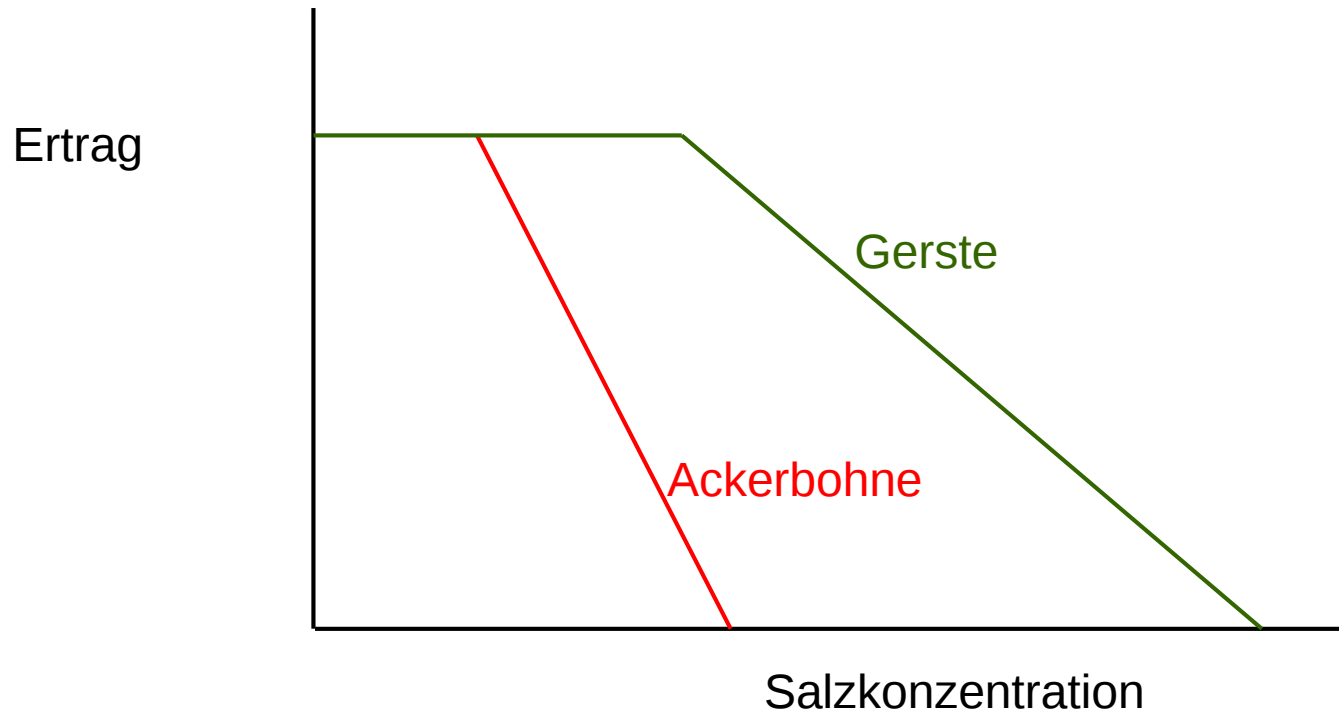
(ohne Zuleitung Wasser, Strom)

Züchtung

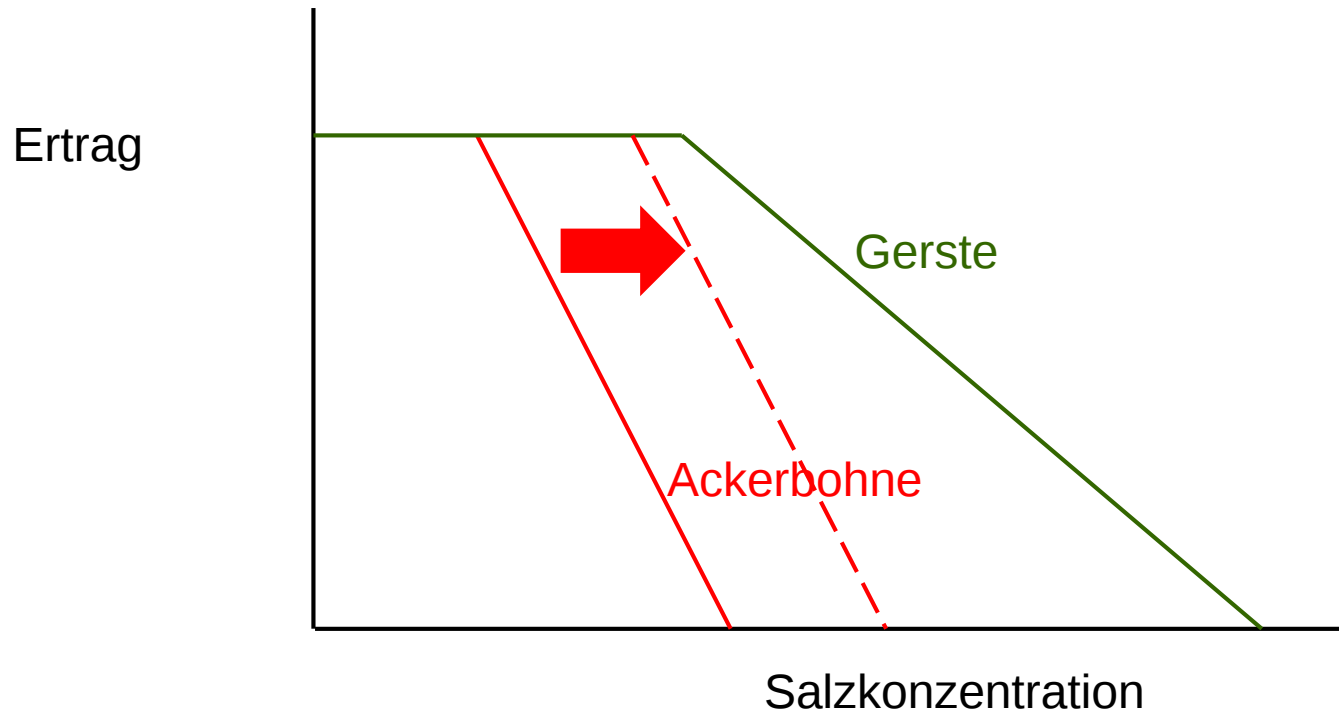
Züchtung auf:

- 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)

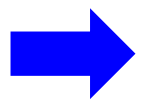
„Die neuen Methoden
.....werden helfen, die
grundlegenden Prozesse des
Lebens besser zu verstehen“.

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

CRISPR ist eine neue, molekularbiologische 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