







Die Standpunkte der Schattenlandwirte



Richtig ist:

Deutschland braucht eine unabhängige Energieversorgung
Heimische Braunkohle sichert diese ab

Richtig ist auch:

Kraftwerke erzeugen neben Strom auch

- Wasserdampf
- Abwärme
- Schatten
- Kohlendioxid
- etc...

Der Betrieb der Kraftwerke beeinflusst
die landwirtschaftliche Bewirtschaftung

Offene Fragen

- Beschattung und eingeschränkte Photosynthese ?
- Veränderung der Temperaturdifferenz zwischen Tag und Nacht ?
- Veränderte Luftfeuchte durch Wasserdampf ?
- Auswirkungen auf die Einlagerung von Speicherstoffen?

Mögliche Konsequenzen

- Geringere Einlagerung von Kohlenhydraten → Protein, Zucker
- Verzögerte Boden-Abtrocknung und Aussaat
- Kürzerer täglicher Mähdrusch durch spätere Abtrocknung, dadurch mehr Erntetage
- Problematische Strohbergung durch längere Feuchte

Arbeitsgruppe AukLand

- Arbeitskreis von betroffenen Landwirten, Landwirtschaftskammer, RWE, DWD und externem Berater, Sachverständiger
- Anfänglich emotional geführte Auseinandersetzungen in der Öffentlichkeit
- Jetzt intensive Diskussion in kleinem Kreis auf hohem wissenschaftlichen Niveau



Datensammlung

- **Meteorologische Erkenntnisse**
- **Fakten zu Wolken und deren Auswirkungen**
- **Einfluss des Wasserdampfes**
- **Veränderungen in der Tag/Nacht-Temperatur**

Ein paar Zahlen zur Veranschaulichung

	MW Netto	t Wasser/Std	t Wasser/Tag
Frimmersdorf	2.029	3062	73.487
Neurath A bis E	2.067	3119	74.863
	4.096	6181	148350
Niederaußem	3.554	5363	128.719
Stand heute	7.650	11.545	277.069

„Wenn nach Ausbau der Stufe F in Neurath alle Kühltürme in Betrieb sind, gehen täglich 324.000 t Wasser in die Atmosphäre. Das entspricht dann etwa **5% der täglich in NRW fallenden Niederschläge**“
(Zitat: Dr. Fuß, DWD, 1975)

Das war vor der ersten Erweiterung von Neurath

Unterschiedlich große Wasserdampf-Fahnen bei unterschiedlichen Temperaturen

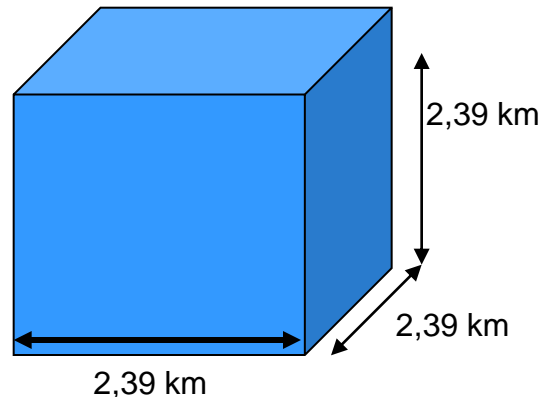
Ausgangsbasis: Luftfeuchte 0%

bei 20 Grad	bei 10 Grad	bei 5 Grad
-------------	-------------	------------

0,95	1,74	2,39
Kubikkilometer für Wasserdampf von einer Stunde		

22,73	41,83	57,40
Kubikkilometer für Wasserdampf eines Tages		

Um das in einer Stunde erzeugte Wasser bei 5 Grad C in der Luft zu lösen,
ist ein Würfel mit einer Kantenlänge von 2,39 km notwendig



Zusammenfassung:

Je kälter die Luft, je länger der Schwaden

Je feuchter die Luft, je länger der Schwaden

Auswirkungen der Kühlturmschwaden

- Nachttemperaturen
- Sonnenscheindauer
- Global- und photosynthetisch aktive Strahlung (PAR)
- Lichtsättigungspunkt
- Einlagerung von Speicherstoffen (Kohlenhydrate)

Wolken & Partikel

Wolken spielen eine wichtige Rolle in der Strahlungsbilanz der Erde...
....Sie können von der Erde ausgehende Wärmestrahlung aufnehmen und so die unteren Luftschichten warm halten. In diesem Fall verhalten sie sich wie ein Treibhausgas.

Spurengase und Wolken emittieren diese Energie einerseits an den Weltraum und strahlen sie andererseits in Richtung Erdoberfläche zurück, die dadurch zusätzlich aufgeheizt wird und wiederum langwellige Strahlung an die Atmosphäre emittiert, die diese wieder Richtung Erdoberfläche abstrahlt usw. Der auf diese Weise hervorgerufene Wärmestau in der unteren Atmosphäre bewirkt einen Temperaturanstieg

Tatsächliche Auswirkungen

**Durch behinderte Abstrahlung
aufgrund der Wolken-Decke
bleiben die Nächte wärmer**



Sonnenscheinstunden, Globalstrahlung und Photosynthese

2.3 Lichtaufnahme

- Im Maisanbau ist das Lichtangebot in den gemäßigten Klimazonen ein begrenzender Wachstumsfaktor.
- Ein Zusammenhang zwischen dem Wachstumsfaktor **Licht und dem Ertrag** wurde von Baeumer (1992) beschrieben. In einem Pflanzenbestand mit guter Wasser und Nährstoffversorgung und einem geschlossenen gesunden Blätterdach hängt die Trockenmasse nur noch von der Lichtenergie, der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und der Temperatur ab.
- Nach de Wit (1965) verhält sich unter solchen Wachstumsbedingungen die Brutto-Assimilationsrate eines Pflanzenbestandes proportional zur Sonnenenergie.

Quelle; Wang, Szu-Hsien: Einfluss von Blattstellung und Bestandesdichte auf Ertrag, Qualität, Lichtaufnahme und Blattflächenindex bei Silomaissorten verschiedenen Wuchstyps

Sonnenscheinstunden, Globalstrahlung und Photosynthese

Nach FULKERSON und DONAGHY (2001) nimmt sowohl die Intensität als auch die Dauer der Sonneneinstrahlung Einfluss auf die Photosynthese und den Gehalt an nicht-strukturbildenden Kohlenhydraten. Diese beiden Faktoren werden ihrerseits von Veränderungen der Tageslänge und der Wolkendichte beeinflusst.

Schon ALBERDA (1957) zeigte, dass die Gehalte an löslichen Kohlenhydraten im Deutschen Weidelgras bei geringen Nachttemperaturen deutlich höher lagen als unter warmen Bedingungen. Bei einer Nachttemperatur von 20°C kam es zu einer vermehrten Trockenmasseproduktion, und die Respirationsrate stieg an. Beide Faktoren bewirkten eine Abnahme der Reservekohlenhydrate. Andererseits wurde die Photosynthese aufgrund des höheren Gehaltes an grünen Blättern verstärkt und somit mehr lösliche Kohlenhydrate gebildet. Der Nettoeffekt resultierte dennoch in einem Verlust an löslichen Kohlenhydraten verglichen mit Pflanzen, die niedrigeren Nachttemperaturen (3°C) ausgesetzt waren.

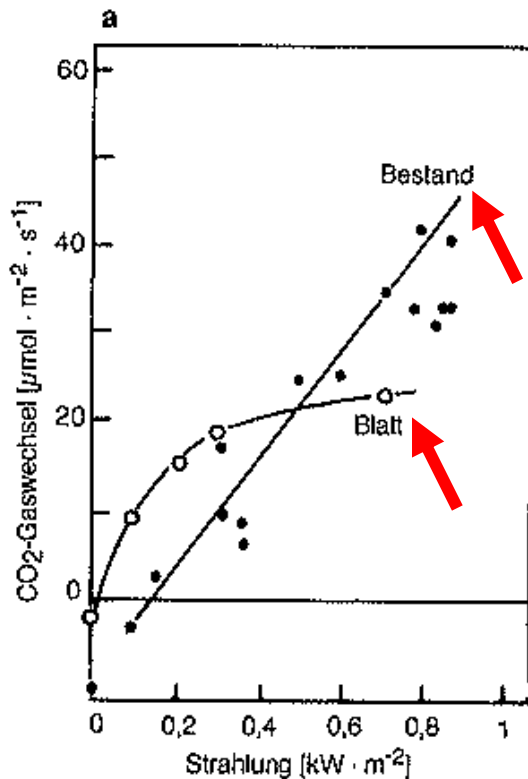


Abb. 2.34. Nettphotosynthese einzelner Blätter und des gesamten Pflanzenbestandes in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität. *Links*: Weizenblatt im Vergleich zum Weizenfeld (LAI 3,2). Die CO₂-Aufnahme des Einzelblattes ist auf die projizierte Blattoberfläche bezogen, jene für den Bestand auf die Flächeneinheit der Bestandesoberfläche. *Rechts*: *Picea sitchensis*. Lichteffektkurven bei allseitiger Beleuchtung der Nadeln (Ph_n bezogen auf die projizierte Nadeloberfläche), bei beidseitiger Beleuchtung ganzer

Sehr geehrter Kremer-Schillings, in der Anlage finden Sie einen Auszug aus dem Lehrbuch "Ökophysiologie der Pflanzen" (Larcher, 1994), das einige Informationen zu den im Raum stehenden Fragen beinhaltet:

1. Der **Lichtsättigungspunkt** von C3-Pflanzen variiert zwischen 30.000 und 80.000 Lux (0,3-0,8 kW/m²; 1000-1500 Mikromol Photonen/m² x s) **bei Einzelblättern** (Larcher, Tab. 2.8, Abb. 2.34 links).

2. In voll entwickelten Weizenbeständen (BFI > 4) wird auch bei 80.000 Lux keine Lichtsättigung erreicht. (Larcher, Abb. 2.34 links).

Für weitere Fragen und Diskussionen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Im Auftrag
Dr. H.J. Koch, Institut für Zuckerrübenforschung,
Göttingen

Lichtabhängigkeit der Photosynthese von Pflanzen im Bestand

Die Beobachtungen an Einzelblättern könnten zu der Annahme verleiten, daß das Licht eher im Überfluß vorhanden sei. Dies trifft aber für die Pflanze als Ganzes und für Pflanzenbestände nicht zu. Im Laufe des Tages werden die Blätter einer Pflanze unter verschiedensten Einfallswinkeln und daher höchst selten von der vollen Strahlung getroffen. Dadurch und durch die mehrfache Überdeckung des Laubwerks nützt die Pflanzendecke auch die höchsten in der Natur vorkommenden Beleuchtungsstärken aus (Abb. 2.34).

Quelle: Larcher; Ökophysiologie der Pflanzen

4.2 Lichtausnutzung

Der Zusammenhang zwischen Lichtintensität und Nettoassimilationsrate eines isolierten Blattes gleicht dem einer Sättigungsreaktion. Bezogen auf die gesamte Blattfläche eines Bestandes ist dieser Zusammenhang dagegen in aller Regel linear, auch dann, wenn sich die obersten Blätter schon im Bereich der Lichtsättigung befinden. Die Linearität ergibt sich dadurch, daß mit zunehmender Lichtintensität der Anteil der Blätter, die die Lichtsättigung erreichen, steigt (DONALD 1961). Dementsprechend wurde von vielen Autoren gezeigt, daß zwischen der absorbierten Einstrahlung und der Wachstumsrate, bzw. dem Gesamttrockenmasseertrag eines Bestandes, generell ein linearer Zusammenhang besteht (z.B.: SHIBLES und WEBER 1965, MONTEITH 1977,

Quelle: Röver, Ertragsbildung von Zuckerrüben in Abhängigkeit von Blattfläche und Intraspezifischer Konkurrenz, 1995

Zusammenfassung

Je mehr Licht, um so höher die
Photosyntheserate

Je höher die Differenz von Tag- und
Nachttemperatur um so höher die
Einlagerung von Kohlenhydraten

Einzelblätter haben einen Lichtsättigungspunkt

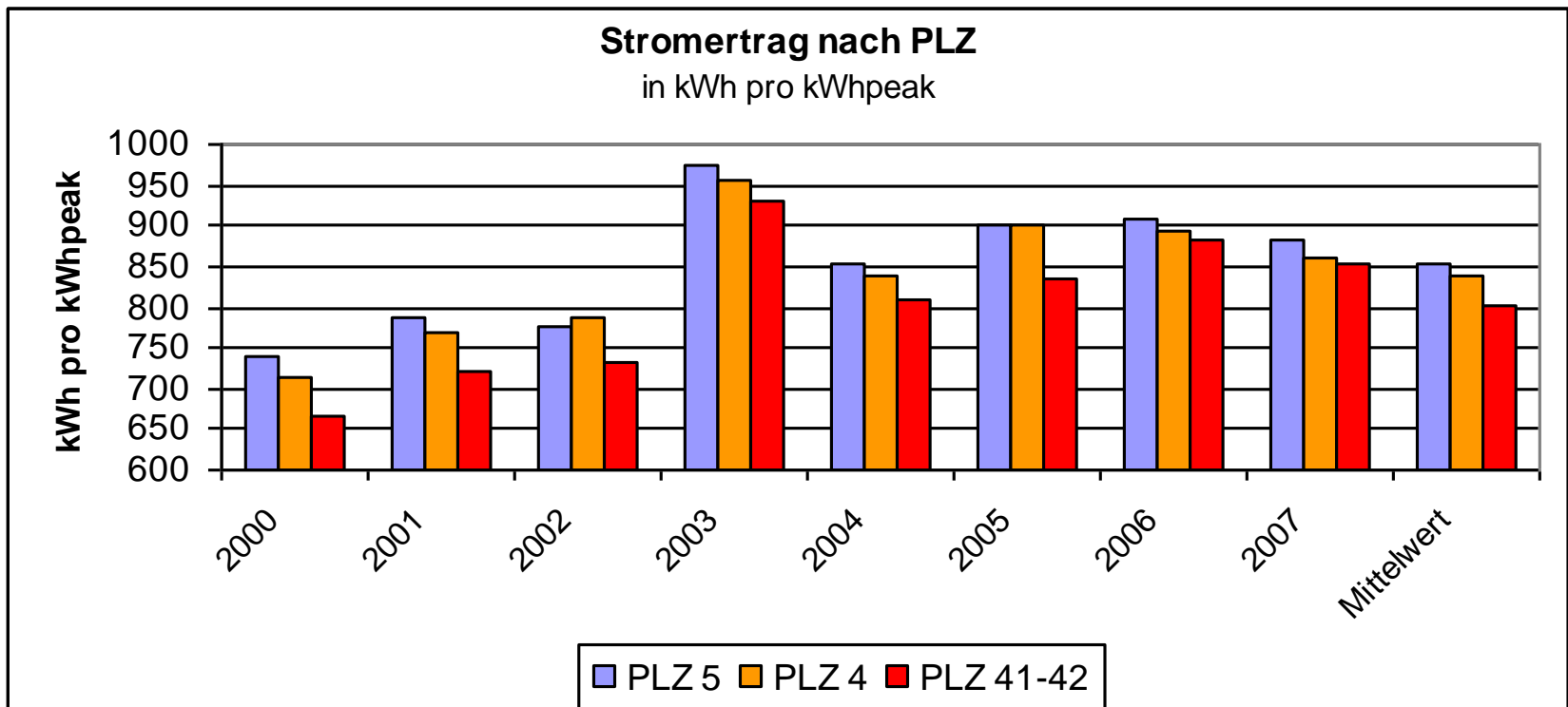
**Pflanzenbestände nutzen auch die höchsten in
der Natur vorkommenden Lichtstärken aus**

A photograph of an industrial facility, likely a power plant, with several tall smokestacks emitting thick, dark plumes of smoke or steam. The scene is set against a bright, hazy sky, possibly during sunrise or sunset, with a warm orange and yellow glow. In the foreground, there are dark silhouettes of trees and bushes. The text "Lokale Messwerte zur Sonneneinstrahlung" is overlaid in white on the image.

Lokale Messwerte zur Sonneneinstrahlung

Sonnenscheinstunden, Globalstrahlung und Photosynthese

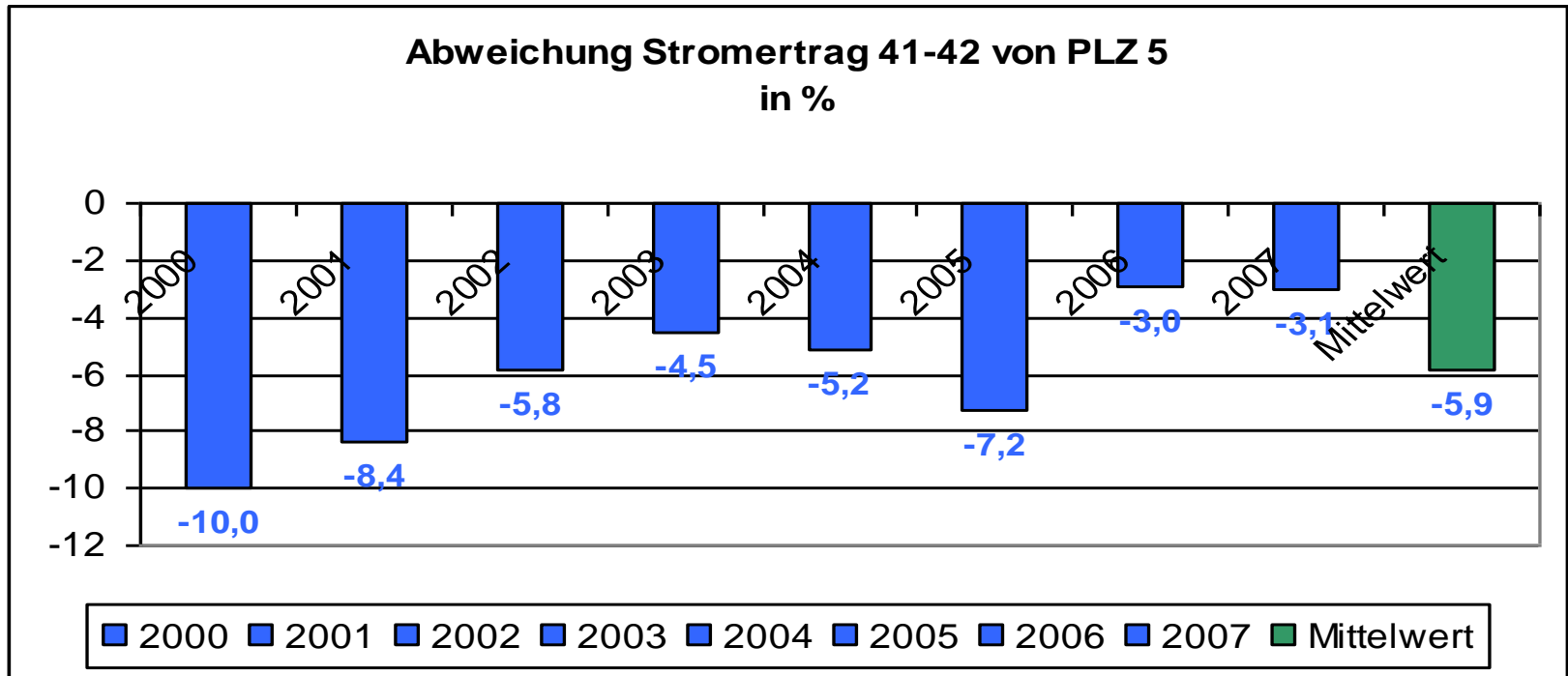
Ergebnisse von Photovoltaikanlagen



Quelle: www.ea-nrw.de/solarcheck

Sonnenscheinstunden, Globalstrahlung und Photosynthese

Ergebnisse von Photovoltaikanlagen



Zusammenfassung:

Messwerte von Photovoltaik-Anlagen zeigen

- geringere Sonnenscheinstunden
- geringere Globalstrahlung
- geringere photosynthetisch aktive Strahlung (PAR)

Dieser Effekt ist im Sommer deutlich, im Winter unerheblich

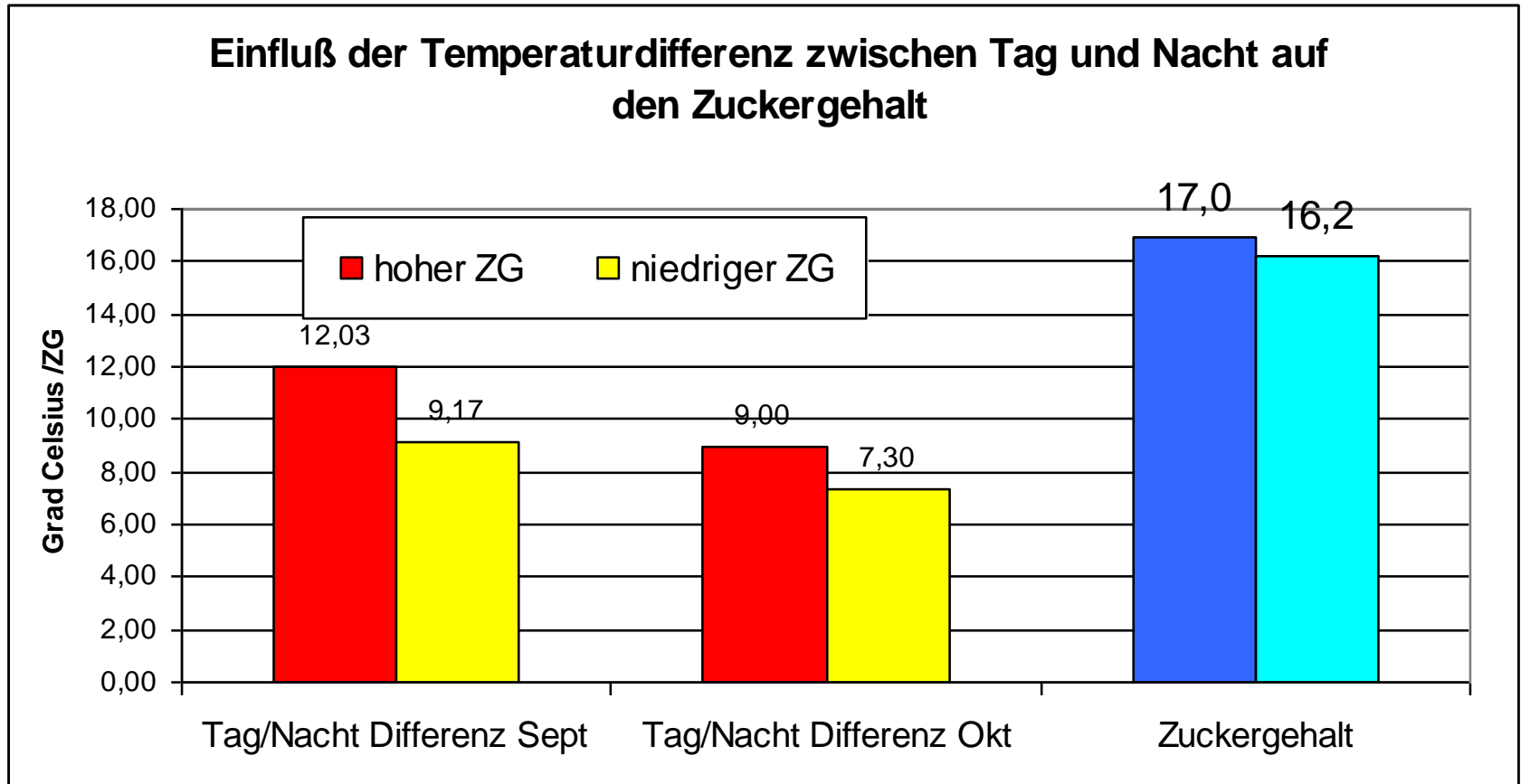
C3-Pflanzen (Weizen, Zuckerrübe) reagieren früher als C4-Pflanzen (Mais)

Bedeutung für das Pflanzenwachstum



Auswertung Temperaturdifferenz von Tag und Nacht in den Monaten September und Oktober

Rheinland 1999 -2007



Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Tag und Nacht umso höher ist der Zuckergehalt

Ertrag und Qualität von Zuckerrüben in verschiedenen Anbauregionen

Auswertung der Jahre
2000 - 2007

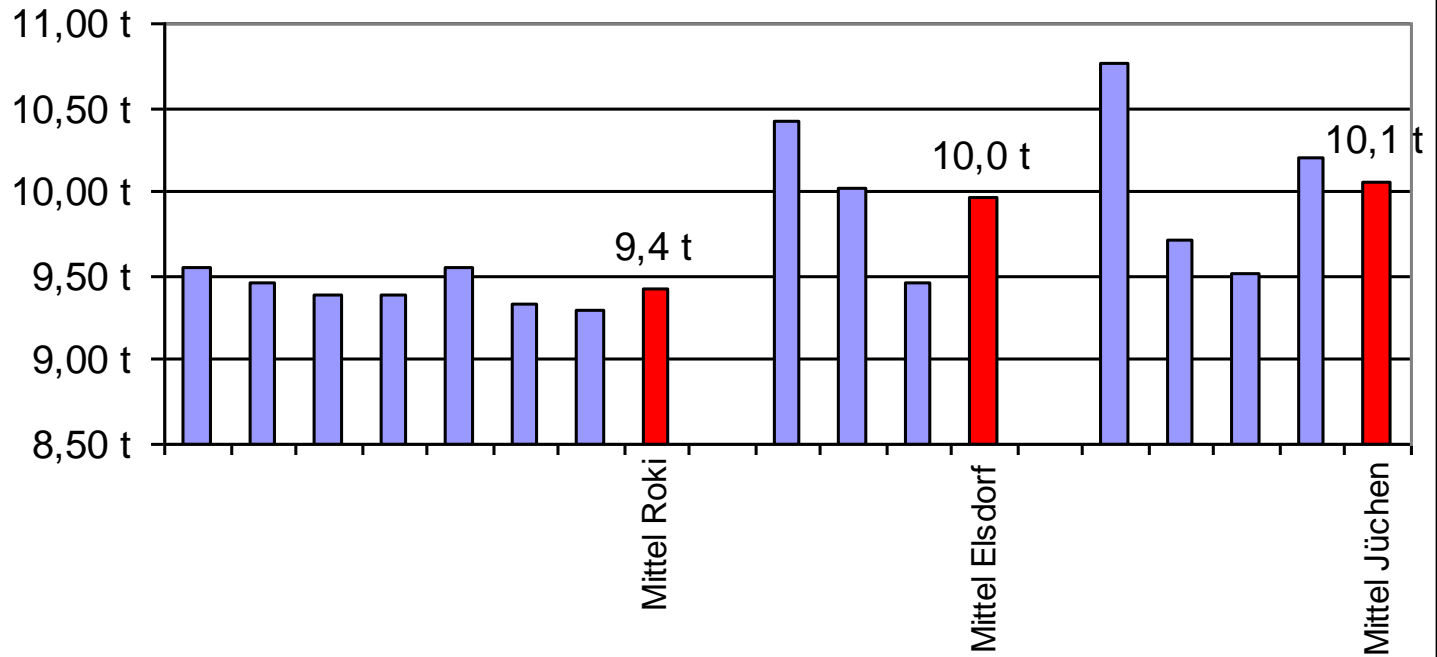
Datengrundlage für regionalen Vergleich

- Auswertung von 8 Jahren (2000 bis 2007)
- Vergleichbare landwirtschaftliche Betriebe (ohne Vieh, Gemüse, sonst. Besonderheiten)
- Grundgesamtheit 152.355 t Zuckerrüben = etwa 6600 Einzelwerte/fuhren
- Zusammenfassung nach Regionen

**Zuckergehalte im Einflussbereich der Kraftwerke
Neurath und Niederaussem
7 Jahre (2000 bis 2006)
5977 Einzelproben**



Ber. Zuckerertrag



0,6 bzw. 0,7 t/ha Differenz im Zuckerertrag

Zusammenfassung 1

- Die Analyse von 6600 Einzelproben in den Jahren 2000 bis 2007 ergibt einen geringeren Zuckergehalt im Einflussbereich der Kraftwerke im Vergleich zu den Referenzorten
- Mit weiterer Entfernung zu den Kraftwerken ergibt sich eine Staffelung hin zu höheren Zuckergehalten, die deutlich unter denen von Elsdorf und Jüchen liegen
- Bei in etwa vergleichbaren Rübenerträgen ergibt sich ein um 0,6 – 0,7 t/ha niedrigerer Zuckerertrag bzw. bereinigter Zuckerertrag

Zusammenfassung 2

- Durch den höheren Flächenbedarf zur Quotenerfüllung bei Zuckerrüben sinkt der betriebliche Deckungsbeitrag
- Da die Bodenqualität im Beobachtungsgebiet mit zu den höchsten in NRW zählt, ist die tatsächliche Differenz höher anzusetzen
- Diese Differenz stellt nur den monetär bewertbaren entgangenen Nutzen bei Zuckerrüben dar
- Weitere Wirtschafterschwernisse sowie Ertrags- und Qualitätsunterschiede bei anderen Kulturen (Weizen, Gerste, Mais, Kartoffeln, Möhren...) sind hiermit nicht erfasst

Ergebnis der Untersuchungen

- **Beschattung und eingeschränkte Photosynthese? Ja !**
Allerdings ist die Beschattung nicht permanent auf einem Ort und ergibt somit statistisch geringe Werte. Sie unterliegt je nach Wetterlage Schwankungen
- **Veränderung der Temperaturdifferenz zwischen Tag und Nacht? Ja !**
Dieser Faktor ist über mehrere Jahre gut belegt. Er führt allerdings nur zum Zeitpunkt der Einlagerung von Kohlenhydraten (Protein bei Weizen, Zucker bei Zuckerrübe) zur Verringerung, ist also zeitlich begrenzt
- **Geringere Einlagerung von Kohlenhydraten? Ja !**
siehe oben: Da die Einlagerungsphase bei Zuckerrüben länger dauert und es nur hier belegbare Daten (Zuckerfabrik) gibt, ist eine Beweisführung bei anderen Kulturen leider nicht möglich.
- **Veränderte Luftfeuchte durch Wasserdampf ? Überprüfen !**
Eine erkennbare Veränderung im Krankheitsbefall bei landwirtschaftlichen Kulturen konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Sie unterliegt zudem auch ackerbaulichen Maßnahmen wie Sortenwahl, Anbauverfahren, Höhe der Düngung, Pflanzenschutzmaßnahmen und weiteren Faktoren, die durch den Landwirt beeinflusst werden. Eine Beweisführung ist somit nur durch sehr aufwändige und schwierige (standardisierte) Klimakammer-Versuche möglich.

Weiteres Vorgehen

- Auswertung weiterer Daten (**vereinbart**)
- Festlegung des Ausgleichsbetrages für die derzeitigen Deckungsbeitragsdifferenzen und Wirtschafterschwernisse (**offen und strittig**)
- Fortsetzung der Witterungsaufzeichnungen bis zur Inbetriebnahme BoA Neurath (**vereinbart**)
- Fortsetzung der Witterungsaufzeichnungen bis 5 Jahre nach Inbetriebnahme BoA Neurath (**vereinbart**)
- Aufzeichnungen der Landwirte zu besonderen Ereignissen unter Aufsicht einer unabhängigen Stelle (**vereinbart**)
- Festlegung des neuen Ausgleichsbetrages für die dann belegbaren Deckungsbeitragsdifferenzen und Wirtschafterschwernisse (**offen und strittig**)

Schlusswort



- Beide Parteien sind um eine sachliche Lösung bemüht
- Es ist zu hoffen, dass die weiteren Gespräche zu einem für beide Seiten akzeptablen Kompromiss führen

Alles ist machbar, Herr Nachbar



Vielen Dank



Quellen 1

Anonym		Vorbescheid 56.8851.1.-4765 STEAG AG	Bez. Reg. Düsseldorf 28.7.2006
Anonym		Zulassungsbescheid 56.8851.1.-4653 RWE Power	Bez. Reg. Düsseldorf 31.5.2005
Anonym		Genehmigungsbescheid 56.8851.1.-4653 RWE Power	Bez. Reg. Düsseldorf 20.6.2005
Dahlhoff	Sandra	Fruchtangehalt im Gras von Pferdeweidern während der Weidesaison 2002	Diss. TU Hannover 2003
Fuß	Franz	Agrarmeteorologisches Gutachten über die möglichen Auswirkungen der Kühlturmschwaden des Kraftwerkes Neurath mit einer elektrischen Gesamtleistung von 2700 MW	DWD Zentralamt Offenbach 1975
Graßl	Hartmut	Klimawandel	Verlag Herder 2007
Heinrichs	H.	Berechnungen der Emissionen beim Ausbau des Kraftwerkes Neurath von 2100 MW auf 3300 MW	Göttingen 1978
Koch	Heinz-Josef	Schriftliche Mitteilung vom 19.02.2008	IFZ Göttingen 2008
Larcher	Walter	Ökophysiologie der Pflanzen	UTB Ulmer, 2001
Nagel	Kerstin	Abhängigkeit des Wurzelwachstums vom Lichtregime des Sprosses und deren Modifikation durch Nährstoffe sowie im Gravitropismus	Forschungszentrum Jülich
Ommen	Ommo Edzard	Wirkung erhöhter atmosphärischer CO ₂ -Konzentration und weiterer Wachstumsfaktoren auf das Wachstum von Sommerweizen unter besonderer Berücksichtigung des Kohlenhydratmetabolismus	Diss. TU Braunschweig
Röver	Achim	Ertragsbildung von Zuckerrüben in Abhängigkeit von Blattfläche und intraspezifischer Konkurrenz	Cuvillierverlag Göttingen 1995
Schroedter-Hornscheidt	Marion	Möglichkeiten der Erdbeobachtung für die Energiewirtschaft	FVS-Workshop 2006

Quellen 2

Sittig	Stephan	CO ₂ -Änderung, Auswirkung auf die Kulturpflanzen	Agrarökologie Seminar USA, SS 2007
Wang	Szu Hien	Einfluss von Blattstellung und Bestandesdichte auf Ertrag, Qualität, Lichtaufnahme und Blattflächenindex bei Silomais sorten verschiedenen Wuchstyps	Diss Humboldt- Universität Berlin 2001
Weigel et al.	Hans-Joachim	Zur Wirkung erhöhter atmosphärischer CO ₂ -Konzentrationen auf Wintergerste, Zuckerrübe und Winterweizen in einer Fruchtfolge	FAL Braunschweig 2006
Zahn	Martina	Pflanzenphysiologische Untersuchungen der nichtparasitären Blattverbräunung der Sommergerste	Institut für Meteorologie und Klimaforschung FZ Karlsruhe 2004
	www.PV-ertraege.de	Stromertragsdaten	
	www.iwr.de/solar	Solarrechner	
	www.wikipedia.de	Lichtkompensationspunkt	
	www.rwe.com	Standorte, Zahlen, Daten, Fakten	
	www.ea-nrw.de	Solarcheck	
	www.dwd.de	Jährliche Energiezufuhr der Sonne	
	www.atmosphere.de	Grafik	
	www.readyfox3000.de	Grafik	