

## **Berichte**

### **Klimawandel am Niederrhein: Konsequenzen für unsere Da-seinsvorsorge**

### **Klimaatverandering aan de Niederrhein: Consequenties voor ons bestaan**

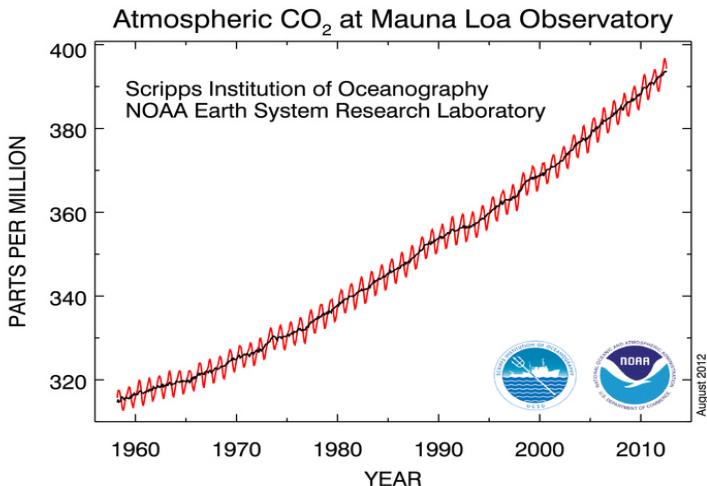
*Von Gerhard Milbert*

Diesem Themenkomplex widmete sich eine Vortragsveranstaltung am 08. September 2012, zu der Fachleute unterschiedlichster Fachrichtungen und Interessierte aus Nordrhein-Westfalen und aus den Niederlanden in der Wasserburg Kleve-Rindern zusammenfanden. Organisiert vom Geologischen Dienst NRW gemeinsam mit der Niederrhein-Akademie/Academie Nederrijn e.V. spannte das Tagungsprogramm einen weiten Bogen um folgende Fragen:

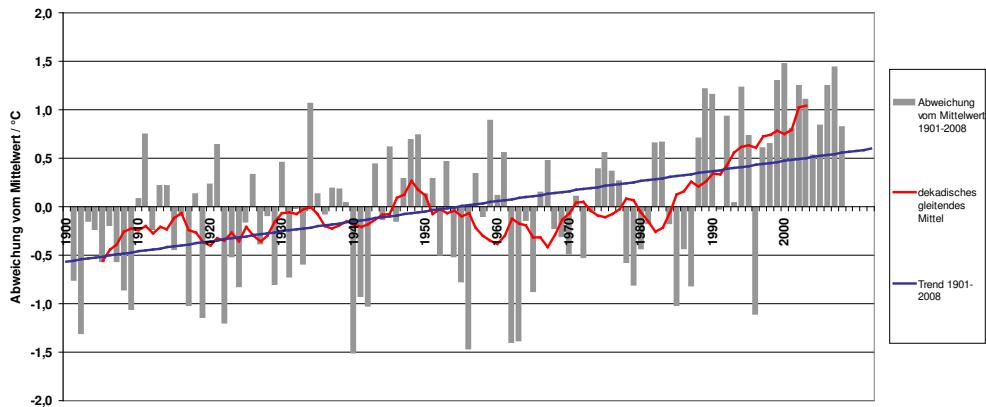
- Werden die Sommer am Niederrhein wärmer und trockener?
- Müssen wir mit mehr Unwettern rechnen?
- Hat es nicht immer schon Witterungs- oder gar Klimaänderungen gegeben?
- Ist unser Hochwasserschutz im Raum Nijmegen-Kleve ausreichend?
- Müssen Land- und Forstwirtschaft sich an die neuen Rahmenbedingungen anpassen – oder tun sie dies nicht bereits?
- Welche Strategien gibt es für eine grenzüberschreitende Steuerung der Klimaanpassung?

Unter der Moderation von Prof. Jan G. Smit (ehem. Radboud Universiteit Nijmegen) befassten sich bis in den frühen Nachmittag die Referenten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, des Geologischen Dienstes NRW, der Waterschap Peel en Maasvallei und der Radboud Universiteit Nijmegen in ihren Vorträgen mit diesen Themen. Für viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer war trotz der hohen Präsenz des Themas Klimawandel in den Medien überraschend, wie konkret sich das Klima am Niederrhein ändert.

Wilfried Straub, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, eröffnete die Vortragsreihe mit einem Überblick zum Kenntnisstand über den Klimawandel. Er legte dar, dass anthropogene Einflüsse wie die der klimawirksamen Gase Kohlendioxid, Methan, Stickoxide, Chlorkohlenwasserstoffe und Ozon in der Atmosphäre in den zurückliegenden 200 Jahren deutlich zugenommen haben und gemeinsam mit einer Zunahme des Wasserdampfes, Änderung der Landnutzung und anderen Faktoren den Klimawandel beschleunigen. Seit 1960 ist der Gehalt an Kohlendioxid von 320 mg/kg Luft auf 400 mg/kg Luft angestiegen. Dies ist vor allem auf die weltweit zunehmende Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Kohle, Öl und Gas zurückzuführen. Mit einem weiteren drastischen Anstieg in den kommenden Jahrzehnten ist zu rechnen.



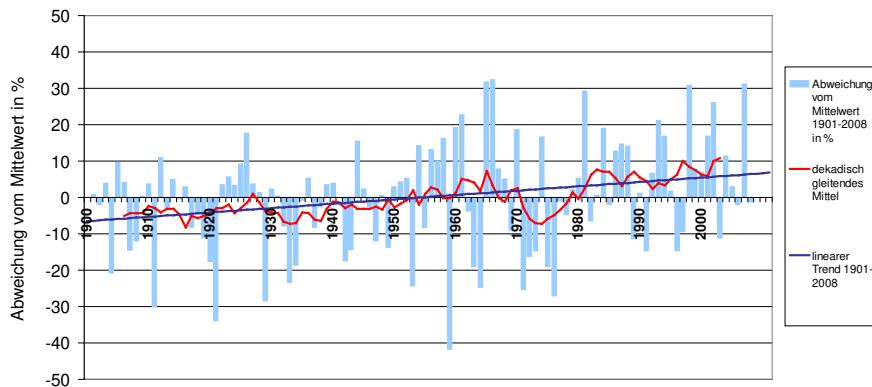
*Gehalt an Kohlendioxid in der Atmosphäre am Mauna Loa Observatorium, Hawaii zwischen 1960 und 2010, Quelle: LANUV NRW.*



*Durchschnittliche Zunahme der Jahresmitteltemperatur von 1900 bis 2008 in NRW, Quelle: LANUV NRW.*

Trotz deutlicher Schwankungen zwischen einzelnen Jahren nimmt der Temperaturanstieg in den letzten drei Dekaden nochmals deutlich zu. In Nordrhein-Westfalen ist die Jahresmitteltemperatur seit dem Jahr 1900 von 8,4°C auf 9,6°C gestiegen. Die jährlichen Niederschläge schwanken deutlich stärker als die Jahresmitteltemperaturen. Bezogen auf Nordrhein-Westfalen ist der Niederschlag seit dem Jahr 1901

von 806 mm (l/m<sup>2</sup>) auf 916 mm pro Jahr angestiegen. Dabei scheinen die Sommerniederschläge etwas zurückzugehen und die Winter- und Frühjahrnniederschläge etwas stärker zuzunehmen.



*Durchschnittliche Zunahme des Jahresniederschlages in Nordrhein-Westfalen,  
Quelle: LANUV NRW.*

Josef Klostermann, Geologischer Dienst NRW, lenkte den Blick auf den Wandel des Klimas in geologischen Zeiträumen. Die Inlandeiskappen der Erde sind Archive der Klimgeschichte, die weit in die Erdgeschichte zurück reichen. Die Eiskappen Grönlands und der Antarktis bestehen aus Eis, das älter als 900.000 Jahre ist. Im Eis befinden sich viele Luftbläschen, in denen die Atmosphärengase der Vergangenheit gespeichert sind. Die Analysen der Luftbläschen im Eis zeigen, dass sich das Klima der Erde entgegen den bisherigen Vorstellungen rasend schnell verändern kann. So konnte man nachweisen, dass sich die Jahresschnittstemperaturen vor 11.000 Jahren innerhalb weniger Jahrzehnte um mehr als 7°C veränderten. Das sind Klimakatastrophen, die der steinzeitliche Mensch bereits miterlebt hat. Diese Klimakatastrophe wurde durch eine geringfügige Änderung der chemischen Zusammensetzung des Wassers im Atlantik verursacht. In den Eisbohrkernen ist weiterhin ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre und ihrer Temperatur belegt. Je höher der CO<sub>2</sub>-Gehalt, umso höher ist die Temperatur und umgekehrt. Von der Analyse der Eisbohrkerne ist bekannt, dass drastische Klimaumschwünge, beispielsweise von sehr kaltem zu sehr warmem Klima mit extremen Wetterlagen einhergehen. Aus geowissenschaftlicher Sicht spricht vieles dafür, dass sich unser Planet gerade in einer Phase des Klimaumbruchs befindet. Dass unsere Erde vermutlich in eine wärmere Zeit hineinsteuert, zeigen die abschmelzenden Gletscher der Erde und der allmählich ansteigende Meeresspiegel.

Während der letzten 900.000 Jahre zeigten sich CO<sub>2</sub>-Schwankungen der Atmosphäre zwischen 200 ppm (mg/kg Luft) während der Kaltphasen und 300 ppm während der Warmzeiten. Steigt der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Menschheit weiter so an wie bisher, erreichen wir spätestens im Jahr 2100 einen CO<sub>2</sub>-Gehalt von 700 ppm. Mehr als doppelt soviel wie während der wärmsten Warmzeit der letzten 900.000 Jahre. Eines der effektivsten Treibhausgase aber ist Wasserdampf. Eine geringe Temperaturerhöhung der Erde hat vermehrte Verdunstung der Ozeane zur Folge. Der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre steigt an. Die Folge ist eine weitere Aufheizung der Erdatmosphäre. Die Menschheit führt heute das größte Experiment aller Zeiten mit der Atmosphäre des Planeten Erde durch, von dem niemand weiß, wie es ausgeht. Haben wir das Recht dies zu tun, ohne die Folgen abschätzen zu können?

Gerhard Milbert und Hannsjörg Schuster erläuterten den Einfluss eines möglichen Klimawandels auf Boden und Grundwasser. Während in den zurückliegenden 50 Jahren Frühjahr, Sommer und Herbst im Durchschnitt zusammen drei Wochen länger andauern, hat sich die Dauer des Winters entsprechend verkürzt. Dies zeigt sich an den phänologischen Daten (Beginn zum Beispiel der Apfelblüte und Herbstverfärbung der Eichenblätter). Wärme liebende Insektenarten und Pflanzenarten wandern ein (Klimagewinner). Andere Arten werden allmählich verdrängt (Klimaverlierer). Es wird vor allem im Sommer und Herbst wärmer, es fällt mehr Niederschlag, bevorzugt im Frühjahr und Winter und zunehmend weniger im Sommer. Starkregen und Stürme nehmen zu. Dies kann zu folgenden Konsequenzen in Böden führen:

- die Verdunstung von Bodenwasser steigt,
- die Sickerwasserspende (Grundwasserneubildung) sinkt,
- die Dauer der mikrobiellen Aktivität im Boden steigt,
- der Humusabbau verstärkt sich,
- der Torfabbau in Mooren beschleunigt sich,
- nach Starkregen nimmt der Oberflächenabfluss zu,
- die Gefügestabilität des Bodens sinkt,
- die Erosivität steigt (Abschwemmen von Bodenmaterial durch Regen),
- vor allem auf sandigen Böden kann im Sommer Trockenstress/Wasser mangel auftreten, vor allem unter Wald,
- der Beregnungsbedarf steigt,
- das Ertragsrisiko steigt,
- Ernteschäden durch Hagelschlag, Sturm und Starkregen können zunehmen,
- der Schädlingsbefall kann zunehmen,
- durch den sich ändernden Wasserhalt sind schutzwürdige Lebensräume gefährdet.

Je nach Bodeneigenschaften sind die Konsequenzen sehr unterschiedlich.

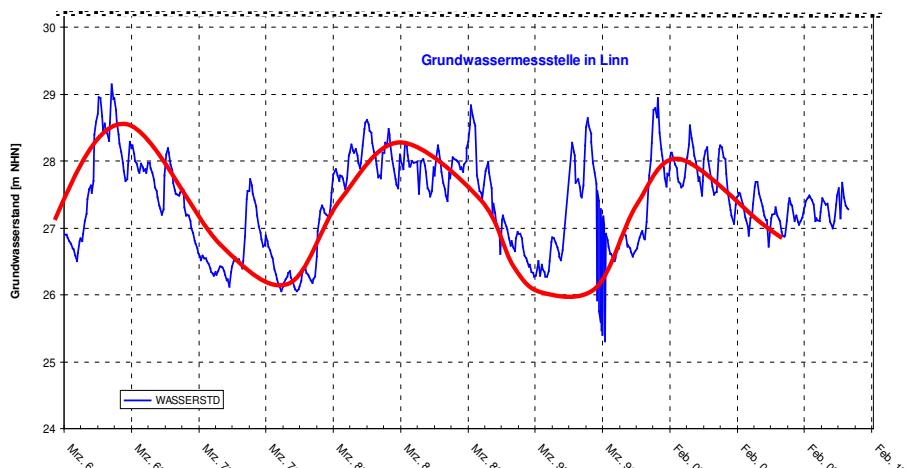
Substrat	Bodenart	Wasserspeicherfähigkeit bis 1 m Bodentiefe ( l/m <sup>3</sup> )	davon für Pflanzen nutzbar bis 1 m Bodentiefe ( l/m <sup>3</sup> )
Terrassensand	Mittelsand	120	80
Flugsand	Feinsand	225	205
Löß	Lehm	355	225
kreidezeitl. Verwitterung	Ton	420	115

Grobkörnige und sehr tonige Böden, die wenig pflanzenverfügbares Wasser speichern können, trocknen bei längeren und wärmeren Vegetationszeiten stärker aus. Dies führt zu Trockenstress und Ertragsminderungen. Davon sind in der Düffel-Niederung und im Reichwald bei Kleve nur kleinere Flächenanteile mit Mittel- und Grobsanden betroffen. Auf Grundlage der Wasserspeicherfähigkeit der Böden und möglicher Änderungen der Temperatur und der Niederschlagsverteilung lassen sich die Wachstumsbedingungen für Baumarten grob vorhersagen. Unter der Annahme, dass sich die Vegetationszeit für Bäume bis zum Jahre 2050 um 20 Tage verlängert und das verfügbare Bodenwasser gleichzeitig um 100 Liter/m<sup>2</sup> abnimmt (im Sommer wärmer und trockener) werden die Wachstumsbedingungen für die Fichte im Reichwald ungünstiger, die Buche kann sich bis auf wenige extrem sandige Flächen gut behaupten und die Traubeneiche findet deutlich günstigere Wachstumsbedingungen. Dies bedeutet, dass Land- und Forstwirte auf einen möglichen Klimawandel reagieren müssen:

- Pflanzenbau an Klimawandel anpassen/neue Anbaustrategien,
- schonende Bodenbearbeitung,
- Erosionsvermeidungsmaßnahmen verstärken,
- Düngung anpassen,
- Saattermine anpassen,
- Wassermanagement verbessern,
- Sortenwahl neu ausrichten,
- Weiterentwicklung des Pflanzenschutzes,
- neue Anbaupflanzen? Mais, Obst, Wein, Ölfrüchte,
- längere Vegetationszeit und mildere Winter nutzen,
- verbesserte Humuswirtschaft einleiten,
- Moorrenaturierung und Moorschutz verstärken,
- Bodenverbrauch reduzieren,
- Hochwasserschutz verbessern,
- kein Grünlandumbruch, keine weitere Entwässerung mehr in Zukunft,

- Problem Bioenergie-Förderung offen diskutieren,
- Artenreiche naturnahe Mischwälder aufbauen.

Der Boden wird als Folge des Klimawandels seinen Wasser- und Nährstoffhaushalt anpassen. Auch Pflanzen und Tiere werden sich unterschiedlich schnell an die geänderten Standortbedingungen anpassen. Dabei wird es ‚Gewinner‘ und ‚Verlierer‘ geben. Die Forstwirtschaft muss bereits jetzt über einen angepassten Waldbau nachdenken und über mehr als 100 Jahre im Voraus planen und handeln. Die Landwirtschaft kann flexibler reagieren und sich Schritt für Schritt anpassen. Das Ertragsrisiko wird durch extreme Jahre steigen. Durch die längere Vegetationszeit ergeben sich für die Landwirtschaft auch positive Auswirkungen eines möglichen Klimawandels, vor allem in Niederungsgebieten mit Beregnungsmöglichkeiten. Klimaänderungen wirken sich unmittelbar auf unser Grundwasser aus. Die Änderung der Sonnenaktivität im 11 jährigen Zyklus beeinflusst den Grundwasserstand, in dem dargestellten Beispiel um mehr als einen Meter.

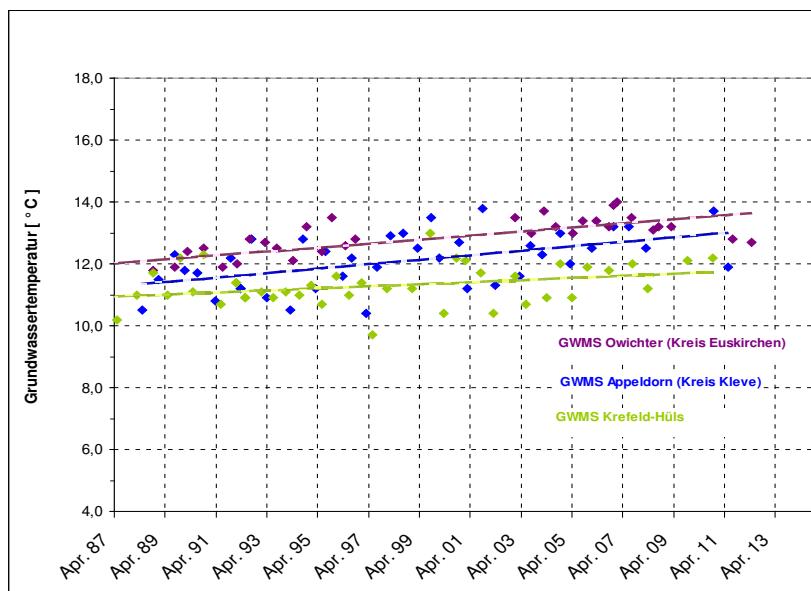


*Beziehung zwischen Sonnenaktivität und Grundwasserstand zwischen 1964 und 2012 in Krefeld-Linn, Quelle: GD NRW.*

In wärmeren und trockeneren Sommern wird der Nutzungsdruck auf unserer Grundwasservorräte steigen. Die Verlagerung des Niederschlags zum Winterhalbjahr und ein steigendes Risiko von Starkregenereignissen führt im Bergland zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen, und zu Abschwemmungen und Trübeintrüchen in Talsperren und in Karstgrundwasserleiter. Im Flachland erhöht sich Wahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen, und das Risiko für Überschwemmungen von flussnahen Trinkwassergewinnungen wird steigen. Eine

Abnahme der Sommerniederschläge und ein Anstieg der Lufttemperaturen führen zu:

- einer regionalen Verknappung des Grundwassers bei steigendem Bedarf,
- zu regional fallenden Trends der Grundwasserstände,
- zur Erhöhung der Grundwässertemperaturen auch im ländlichen Bereich,
- Veränderung des Artenspektrums im Grundwasser,
- Veränderung der Grundwasserökologie,
- Reduzierung des Sauerstoffgehaltes,
- Beeinträchtigung der Grundwasserhygiene,
- durch verstärkten Humusabbau in Böden zur Verringerung der Grundwasserschutzfunktion, und damit zu mehr Nitrat und anderer Schadstoffen Grundwasser.



Grundwässertemperaturen zwischen 1987 und 2013 im Niederrheinischen Tiefland und in der Niederrheinischen Bucht, Quelle: GD NRW.

Aus Sicht des Grundwasserschutzes sind deshalb folgende Maßnahmen sinnvoll:

- Entwicklung von Handlungsstrategien für unterschiedliche Szenarien,
- regelmäßiger Abgleich Prognosen/Realität,
- verstärktes wasserwirtschaftliches Monitoring (Menge und Güte),
- intensiverer Schutz bestehender Wasserversorgungen/Reservegebiete,
- Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung,

- Anpassung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur,
- Optimierung der Vernetzung der Trinkwasserversorgung,
- verstärkte Erkundung von Grundwasservorkommen,
- verstärkte Forschung und Entwicklung zu den Folgen des Klimawandels.

Jan Cok, Waterschap Peel een Massvallei, zeigte im Anschluss, dass die Wasserwirtschaft bereits jetzt bei der Wasserversorgung, dem Hochwasserschutz, der Bewirtschaftung der Oberflächengewässer und bei der Siedlungsentwässerung künftige Klimaeinflüsse in ihre Planungen einbezieht. Dabei spielt ein möglicher Anstieg des Meerwasserspiegels in den kommenden Jahrzehnten um bis zu 35 cm für die Niederlande eine bedeutende Rolle. Als mittelbare Folgen für den Maasraum sieht Jan Cok bis zum Jahr 2050 folgende Auswirkungen:

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt:

- Starkniederschläge im Sommer,
- Grundwasserstände sinken (Sommer: -20 cm, Winter: -5 cm),
- Zunahme des Feuchtigkeitsmangels der Pflanzen,
- Zunahme des Beregnungsbedarfs,
- Zunahme des Wasserzuflussbedarfs,
- Abnahme der Maaswasserzufluss,
- im Sommer: Abflussabnahme der Fließgewässer (-20%),
- Bodenerosion nimmt zu.

Konsequenzen für Landwirtschaft, Natur und Wasserwirtschaft:

- Landwirtschaft: Produktionsschäden wegen Feuchtigkeitsmangel,
- Wasserabhängige Natur: Stopp der Entwässerungsmaßnahmen reichen nicht aus,
- Trinkwasserversorgung: ausreichend Vorsorge treffen,
- Wasserqualität: Wassertemperatur steigt, Abfluss sinkt,
  - Fracht und Konzentration der Schadstoffe steigen,
  - Algen, Bakterien,
  - aquatische Ökosysteme in Gefahr,
  - Qualität des Badewassers gefährdet,
- Siedlungswasserwirtschaft: Kanalisation, Wasserqualität offenes Wasser.

Mark Wiering, Radboud Universität Nijmegen, berichtete über die Notwendigkeit einer grenzüberschreitenden Steuerung der Klimaanpassung am Niederrhein. Der Schwerpunkt seiner Ausführungen lag auf Maßnahmen zum Hochwasserschutz. Auf Basis der aktuellen Hochwasserdeiche entlangs des Rheins und unter Berücksichtigung von möglichen Hochwasserereignissen konnte er mögliche Überflutungsgebiete berechnen. Seine Studien zeigen, dass bei einer erhöhten Hochwassergefährdung vor allem der rechtsrheinische Bereich zwischen Wesel und Elten durchaus

gefährdet sein kann und dass der Hochwasserschutz am deutschen Niederrhein eine höhere Hochwasserwassergefährdung zulässt als auf der niederländischen Seite.

Im Anschluss führte Jan G. Smit die Teilnehmer – wie könnte es anders sein – per Fahrrad entlang der Deiche durch die Auenlandschaft zwischen Rindern und Millinger Waardt. Die Fahrradexkursion bot vielfältige Informationen zum Naturschutz, zum Hochwasserschutz und Auenschutz, zur Kies- und Sandgewinnung am Niederrhein aber auch zur gemeinsamen deutsch-niederländischen Historie (Stichwort: Schenkenschanz). Eine interessante Führung durch die für den Schutz des Rheines arbeitende Internationale Messstation Bimmen-Lobith vermittelte Einblick in eine sehr gut funktionierende grenzüberschreitende Zusammenarbeit. Ganz in diesem Sinne wurde die rundum gelungene Veranstaltung im Koffiehuis De Gelderse Poort in Millingen o.d. Rijn abgeschlossen.

## Fazit

Dass die Erde sich in einer Phase des Klimawandels befindet wird allgemein anerkannt. Dass die Ursachen zu einem großen Teil durch den Menschen bedingt sind, ist ebenfalls unbestritten. Heute geht es darum, dass wir wirksam die Ursachen wie die Erhöhung der Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre reduzieren und mit überlegten Maßnahmen die schädlichen Folgen eines Klimawandels gering halten. Anpassungen sind im Energieverbrauch, in der Landnutzung sowie im Grund- und Hochwasserschutz erforderlich. Die schädlichen Folgen eines Klimawandels für den Niederrhein sind im Vergleich zu anderen Regionen (Polarregionen, tropische und subtropische Gebiete) überschaubar und kompensierbar. Bei Tier- und Pflanzenarten wird es zu einer Anpassung an die geänderten Standortbedingungen kommen. Es wird Klimagewinner und Klimaverlierer geben.