

## Klimawandel in Oberfranken

Thomas Foken<sup>1</sup> und Johannes Lüers<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Für das östliche Oberfranken (Referenzzeitreihe) konnte ein linearer Trend der Jahresmittelwerte der Lufttemperaturen von 1.3 K in 40 Jahren (1961 bis 2000) festgestellt werden. Für die Wintermonate Dezember bis Februar beträgt der Temperaturtrend für den gleichen Zeitraum 2.1 K. Im Jahresverlauf zeigt im Winter v. a. der Monat Dezember eine erhebliche Temperaturzunahme (2.4 K). Im Frühling weisen die Monate März und Mai hochsignifikante positive Trends auf, wohingegen im Sommer nur im August eine erhebliche Erwärmung von 2.3 K zu beobachten ist. Im Herbst hingegen lässt sich eine eindeutige Trendentwicklung nicht nachweisen. Kaum Veränderungen zeigen die Jahressummen der Niederschläge der Referenzzeitreihe für das östliche Oberfranken. Im Jahresverlauf jedoch lässt sich eine erhebliche Veränderung des Niederschlagsregimes nachweisen. Auffällig sind die hochsignifikanten Niederschlagsabnahmen im Frühling (April & Mai: -16 mm pro Jahrzehnt), die hochsignifikante Zunahme im Juli und die deutliche Reduzierung im August und der starke Trend zu einer höheren Niederschlagssumme im Herbst. Auf dieser Basis und unter Zugrundelegung globaler Klimaszenarien wurden die in den nächsten 50 Jahren zu erwartenden Folgen auf den Tourismus (Bedeutungsverlust Wintersport), das Kurwesen (Verschiebung Bioklima), die Forst- und Landwirtschaft (Änderung Wuchsbedingungen Wald) abgeschätzt und kurz skizziert.

### Einleitung

Im Rahmen umfangreicher ökologischer Forschungen im Gebiet des Fichtelgebirges und des oberen Egertales wurden intensive meteorologische Messungen inklusive der Erfassung von Luftschadstoffen durchgeführt. Zusätzlich wurden die Routinedaten des Deutschen und des Tschechischen Wetterdienstes herangezogen. Ziel war eine Einordnung in die mitteleuropäische und globale Klimaentwicklung und erste Bewertungen hinsichtlich des Einflusses der beobachteten Klimatrends auf die oberfränkische Region. Das obere Egertal ermöglicht vorwiegend im Winterhalbjahr das Einströmen kalter kontinentaler Luftmassen aus Nordböhmen in die Hochlagen des Fichtelgebirges und in den nordbayerischen Raum (in der Vergangenheit stark mit Luftschadstoffen wie SO<sub>2</sub> belastet). Nach den durchgeführten Recherchen existiert bisher keine detaillierte lokalklimatologische Beschreibung dieser Region. Die wohl detaillierteste Arbeit ist die Wuchsklimatologie von Oberfranken (Reichel, 1979), die jedoch keinen Zugang zu den typischen Klimatelementen ermöglicht. Eine erste lufthygienische Beschreibung unter den veränderten Emissionsbedingungen nach 1990 wurde erst kürzlich erstellt (Klemm und Lange, 1999). Für die Nachbargebiete Thüringens (Koch, 1953) und des Erzgebirges einschließlich dem nordböhmischen Raum (Böer und Vesecký, 1973; Flemming, 2001) existieren bereits einige Untersuchungen. Die nachfolgenden Darstellungen beschränken sich auf die Auswertung der Jahres- und Monatswerte des Niederschlages und der Lufttemperatur.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Thomas Foken, Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie, D-95440 Bayreuth.  
Email: thomas.fo-ken@uni-bayreuth.de

<sup>2</sup> Dr. Johannes Lüers, Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie, D-95440 Bayreuth.  
Email: johannes.lueers@uni-bayreuth.de

Die ausführliche Auswertung bezüglich weiterer Klimaelemente bzw. der der lufthygienischen und bioklimatischen Situation können aus Foken (2003) entnommen werden.

### Niederschlag

Die Niederschläge in Oberfranken und der benachbarten Gebirge weisen eine typische Zunahme mit der Höhe auf. Diese Zunahme kann nur bedingt unter Berücksichtigung von Stau-niederschlägen und Lee-Erscheinungen durch die jährlichen Niederschlagswerten erklärt werden. Vielmehr sind wetterlagenabhängige oder an Einzelereignissen gebundene Untersuchungen notwendig (Koch, 1953). Der Jahresgang des Niederschlages weicht nicht nur in unterschiedlichen Höhenlagen, sondern auch mit unterschiedlicher Exponiertheit gegenüber Stau-niederschlägen aus westlichen Richtungen im östlichen Oberfranken ab.

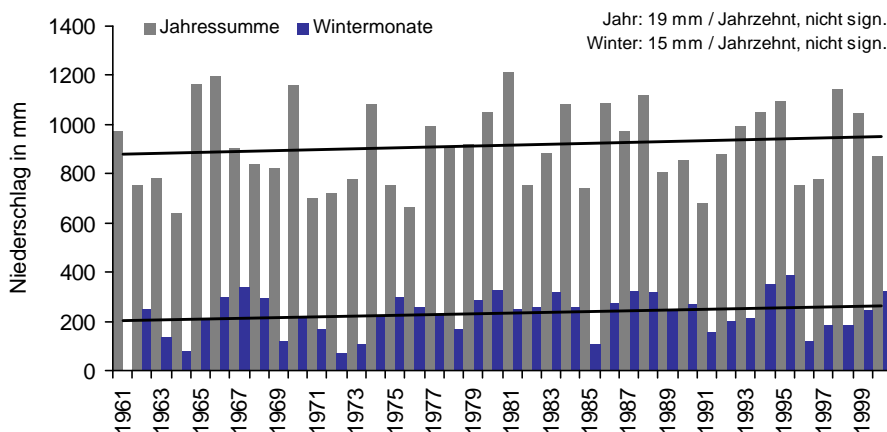


Abbildung 1: Lineare Trends und Jahressummen und Summen der Wintermonate Dez., Jan. und Feb. der Niederschläge in mm der Referenzzeitreihe (Warmensteinach, Thierstein, Bischofsgrün, Wunsiedel, Marktletuten) für das östliche Oberfranken.

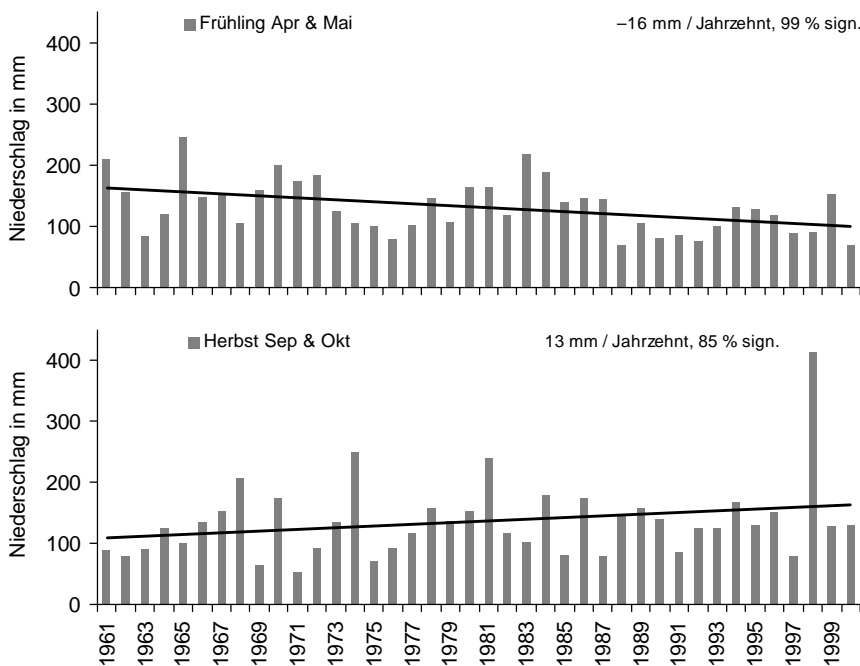


Abbildung 2: Lineare Trends und saisonale Summen der Niederschläge für das Frühjahr (April und Mai) und für den Herbst (Monate September und Oktober) der Referenzzeitreihe (Warmensteinach, Thierstein, Bischofsgrün, Wunsiedel, Marktletuten) für das östliche Oberfranken.

In den Gebirgsvorländern ist der Sommer immer erheblich niederschlagsreicher als der Winter. In den Gebirgslagen ist die Niederschlagszunahme mit der Höhe im Sommer erheblich geringer als im Winter. Um eine Zeitreihenanalyse für das östliche Oberfranken durchzuführen, wurden unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen regionalen Situation aus fünf repräsentativen Niederschlagsmessstationen eine Referenzzeitreihe berechnet und ausgewertet (Foken, 2003). Die beobachteten leichten Zunahmen der Jahresniederschläge bzw. der Winterniederschläge im östlichen Oberfranken (Abbildung 1) ist jedoch im Gegensatz zum sächsischen Raum (Küchler, 2003) nicht signifikant (Mann-Kandell-Trendtest).

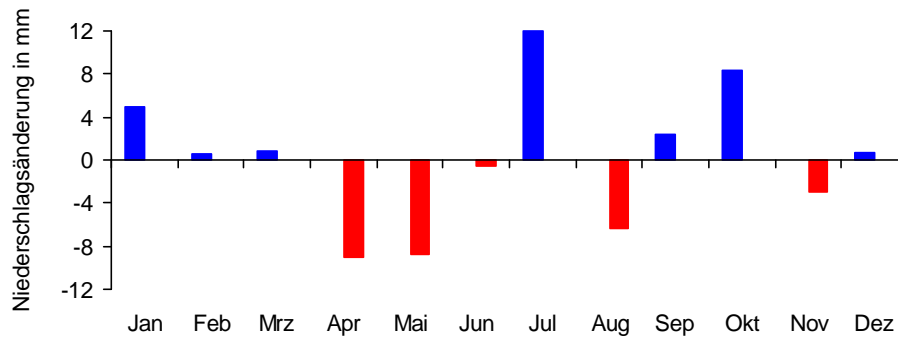


Abbildung 3: Niederschlagsänderung in mm. Vergleich der langjährigen Monatsmittel der Referenzzeitreihe der 30jährigen Klimaperiode 1961 bis 1990 und des aktuellen Klimazeitraumes 1971 bis 2000 für das östliche Oberfranken.

Eine Analyse der saisonalen und monatlichen Niederschläge hingegen weist eine erhebliche Veränderung des Niederschlagsregimes im Jahresverlauf nach. Auffällig sind die hochsignifikanten Niederschlagsabnahmen im Frühling (April und Mai:  $-16$  mm pro Jahrzehnt), die hochsignifikante Zunahme im Juli und die deutliche Reduzierung im August und der starke Trend zu einer höheren Niederschlagssumme im Herbst (vgl. Abbildung 2).

Der Vergleich der Normalreihen 1961 bis 1990 und 1971 bis 2000 untermauert dieses Ergebnis (Abbildung 3). Für die bemerkenswerte Zunahme der Niederschläge im Juli sind offensichtlich die im vergangenen Jahrzehnt verstärkt aufgetretenen so genannten 'Sommermonsun'-Wetterlagen (Siebenschläfer) verantwortlich. Die regenreicheren Herbstmonate lassen auf eine Veränderung in der Häufigkeit der Hochdruckwetterlagen (Altweibersommer) schließen.

### **Lufttemperatur**

Als Basis für die Untersuchung diente als Referenzzeitreihe eine mittlere Lufttemperaturreihe der Stationen Hof-Hohensaas, Bayreuth und Weiden der Jahre 1961 bis 2000. Es ergibt sich danach eine signifikante Temperaturzunahme der Jahresmitteltemperaturen von  $0.32$  K pro Jahrzehnt (Abbildung 4). Es ist augenfällig, dass die positiven Temperaturabweichungen insbesondere im letzten Jahrzehnt mit Ausnahme von 1996 zugenommen haben. Die saisonale Analyse in Abbildung 5 belegt die je nach Jahreszeit unterschiedliche Ausprägung des Erwärmungstrends. Der Trendbetrag in den Wintermonaten ist mit  $0.55$  K pro Jahrzehnt am größten, hervorgerufen v. a. durch die Erhöhung der winterlichen Minimumtemperaturen und verbunden mit einer offensichtlichen Abnahme der winterlichen Ostwetterlagen.

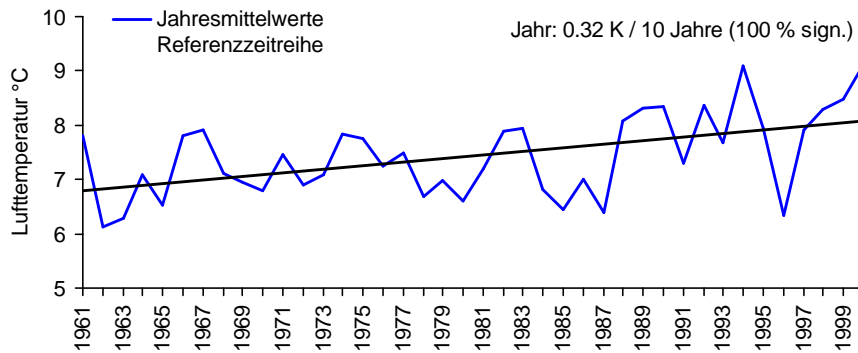


Abbildung 4: Linearer Trend und Jahresmittelwerte in °C der Lufttemperaturen der Referenzzeitreihe (Hof, Bayreuth und Weiden) für den Zeitraum 1961 bis 2000 repräsentativ für das östliche Oberfranken.

Die positive Entwicklung im Frühling ist die statistisch signifikanteste. Der Herbst zeigt einen gegenläufigen, jedoch nicht signifikanten negativen Trend. Die Veränderung der Temperaturen in Jahresverlauf anhand des Vergleiches der Normalreihen 1961 bis 1990 und 1971 bis 2000 verdeutlicht Abbildung 6. Vergleichbare Veränderungen in Jahresgang der Temperaturen und damit eine Verschiebung der Starttermine der thermischen Jahreszeiten wurden von Lüers (2003) für den Westen Deutschlands (Moselraum) gefunden.

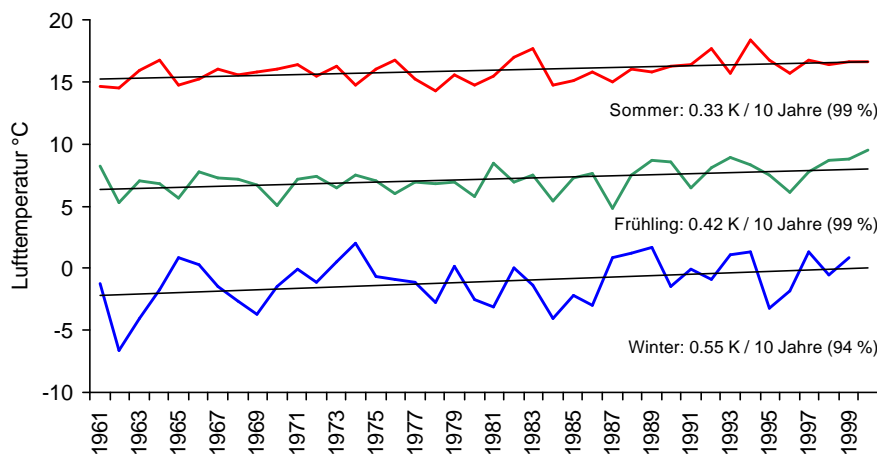


Abbildung 5: Lineare Trends und saisonale Lufttemperaturmittel in °C der Referenzzeitreihe Hof, Bayreuth und Weiden für den Zeitraum 1961 bis 2000 repräsentativ für das östliche Oberfranken (Sommer: Jun, Jul, Aug; Frühling: Mrz, Apr, Mai; Winter: Dez, Jan, Feb. Für den Bezug der Winter gilt: 1961 entspricht Dez 1961 und Jan und Feb 1962).

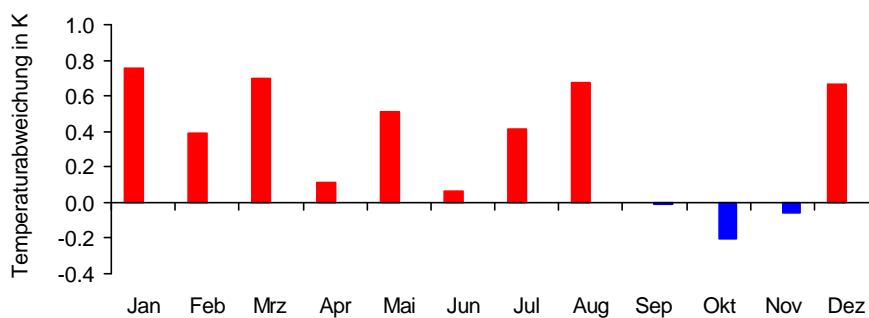


Abbildung 6: Temperaturabweichung in K. Vergleich der langjährigen Monatsmittel der Referenzzeitreihe der 30jährigen Klimaperiode 1961 bis 1990 und des aktuellen Klimazeitraumes 1971 bis 2000 für das östliche Oberfranken.

### Auswirkungen des Klimatrends

Die festgestellten Trends stehen im Einklang mit denen in Deutschland und dem benachbarten Ausland. Hält die Emission von Treibhausgasen weiter unvermindert an, so dürften sich diese Trends unvermindert fortsetzen bzw. sind die Klimaszenarien für die nächsten 50 Jahre zutreffend, wird dies zu weiteren nachhaltigen Veränderungen des Klimas führen.

Die Erwärmung v. a. der Wintermonate wird nachhaltige Einflüsse auf den Wintertourismus im Fichtelgebirge in den nächsten 50 Jahren haben. Schon jetzt ist deutlich zu erkennen, dass sich im Winter Bayreuth merklich stärker als das hohe Fichtelgebirge und das Egerbecken erwärmt hat. Unter Berücksichtigung des mittleren Höhengradienten von  $0.6 \text{ K} / 100 \text{ m}$ , einer angenommenen Zunahme der Wintertemperaturen von  $0.4 \text{ K} / 10 \text{ Jahre}$ , ergibt sich, dass bis in die Mitte des 21. Jahrhunderts die Gemeinden des hohen Fichtelgebirges keine Wintersportorte mehr sein werden und nur noch in den absoluten Hochlagen regelmäßiger Wintersport bis zum Ende des 21. Jahrhunderts möglich sein wird (Abbildung 7). Der sich abzeichnende Klimawandel hat also schon jetzt erhebliche Auswirkungen auf Wirtschaft und Tourismus und wird sie auch in naher Zukunft haben. Es ist in den nächsten 50 Jahren damit zu rechnen, dass die Schneesicherheit im Fichtelgebirge deutlich abnimmt. Eine weitere Temperaturerhöhung um  $1.5 \text{ K}$  würde in unteren und mittleren Lagen zu einer Abnahme von  $50 \%$  führen. Insbesondere wird die Dauer der ununterbrochenen Winterschneedecke merklich kürzer. Bioklimatologisch wird sich das Reizklima in den Höhenlagen des Fichtelgebirges immer mehr abschwächen und die sommerliche Wärmebelastung nimmt insbesondere im Osten zu. Ökologisch zeichnet sich ab, dass die Fichte in Ihrer Verbreitung auf die höchsten Lagen des Fichtelgebirges zurückgedrängt wird. Untersuchungen zu Klimaänderungen im Fichtelgebirge sind durch seine Grenzlage nicht nur bezüglich der Kontinentalität, sondern auch bezüglich der für Sachsen und Bayern vorhandenen Prognosen von Interesse, die sich hinsichtlich der Niederschlagstrends und dem Grad der Erwärmung durchaus erheblich unterscheiden.

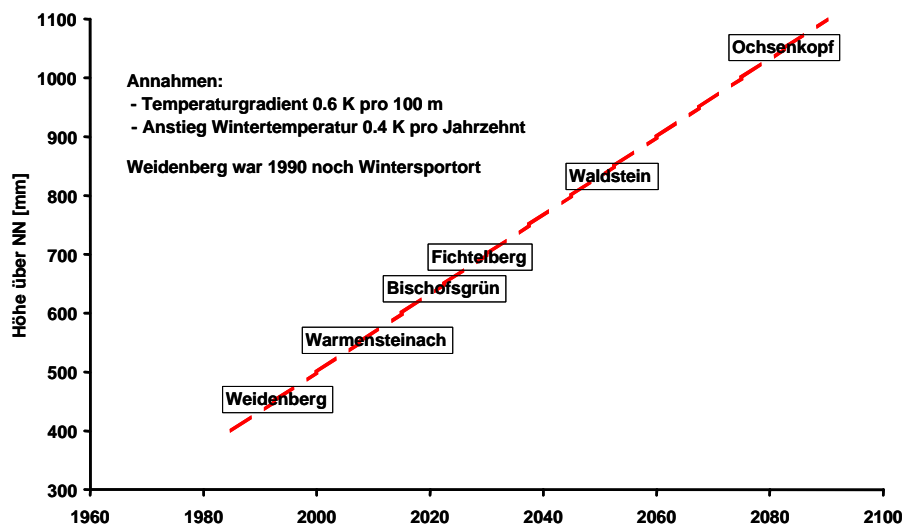


Abbildung 7: Niedrigster Wintersportort im Fichtelgebirge (mögliche Annahme).

## Literatur

- Böer, W., Vesecký, A., 1973. Klima und Witterung im Erzgebirge. Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der DDR, **104**, 166 pp.
- Foken, T. (Editor), 2003. Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales. Bayreuther Forum Ökologie, **100**, 69 + XLVIII pp.
- Flemming, G (2001) Angewandte Klimatologie von Sachsen. Tharandter Klimaprotokolle **4**: 154 S.
- Klemm, O., Lange, H., 1999. Trends of Air Pollution in the Fichtelgebirge Mountains, Bavaria. Environmental Science & Pollution Research, **6**: 193-199.
- Koch, H. G., 1953. Wetterheimatkunde von Thüringen. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 190 pp.
- Küchler, W. (2003) Zur regionalen Klimaentwicklung in Sachsen. DMG Mitteilungen **1**: 16-17
- Lüers, J. 2003. Agrarklimatologische und phänologische Auswertungen anhand ausgewählter Klimaindikatoren für das Mittlere Moseltal. Dissertationsschrift Universität Trier, im Druck, pp.
- Reichel, D., 1979. Wuchsklima-Gliederung von Oberfranken auf pflanzenphänologischer Grundlage. Berichte der Akademie für Naturschutz und Landespflege, Laufen: 73-75.