

---

# Zum Wachstum der Kiefer in Bayern

HANS-JOACHIM KLEMMT, ENNO UHL, PETER BIBER und HANS PRETZSCH

## Schlüsselworte

Kiefer, Wachstum, Bayern, Versuchsfläche, Reinbestand, Mischbestand

## Zusammenfassung

Das langfristige ertragskundliche Versuchswesen ermöglicht fundierte Aussagen zum Wachstum der Kiefer in Bayern. Aktuelle Forschungsarbeiten zeigen, dass die Kiefer im Reinbestand heute besser wächst als in früheren Zeiten. Dies wurde besonders auf Standorten, die früher als ungünstig für das Wachstum der Kiefer galten, festgestellt. In Mischbeständen aus Fichte und Kiefer bzw. Buche und Kiefer liegt die Produktivität zwischen reinen Kiefern- bzw. reinen Fichtenbeständen. Eine Beimischung der Kiefer sollte allerdings schon auf Grund der breiten ökologischen Amplitude dieser Baumart unter dem Aspekt der Risikostreuung angestrebt werden.

## Langfristige Versuchsflächen als wertvolle Datenquelle

In den Wäldern Bayerns existiert seit den Zeiten AUGUST VON GANGHOFERS (1827–1900) ein Netz von langfristigen,

ertragskundlichen Versuchsflächen. Dieses Flächenetz wird seit mittlerweile fast 140 Jahren konsequent aufrechterhalten und weiterentwickelt. Die Versuchsflächen werden systematisch behandelt und in regelmäßigen Abständen einzelbaumweise vermessen. Sie liefern damit eine solide Datengrundlage, die es ermöglicht, Aussagen zum Waldwachstum in Bayern und in Deutschland zu treffen (PRETZSCH 2004a).

Dieses Flächennetz enthält 22 Reinbestandsversuche (Durchforstungs-, Provenienz-, Standraum- und Düngungsversuche) mit insgesamt 145 Versuchspartellen zur Baumart Kiefer. Abbildung 1 zeigt exemplarisch eine Parzelle einer Kiefern-Versuchsfläche nahe Waldsassen in der Oberpfalz. Derartig langfristig beobachtete Flächen ermöglichen Rückschlüsse auf das Wachstum der Kiefer in Reinbeständen aller Altersphasen. Weiterhin existieren mit den Mischbestandswuchsreihen in Amberg, Geisenfeld und Neuburg drei Versuchsflächen mit insgesamt 17 Versuchspartellen, die Rückschlüsse auf das Wachstum der Kiefer in gemischten Beständen aus Kiefer und Buche (Amberg und Geisenfeld) sowie Kiefer und Fichte (Neuburg) über ein breites Altersspektrum ermöglichen.



*Abbildung 1:  
Blick auf eine ungedüngte Vergleichspartelle des Kiefern-Düngungsversuches Waldsassen 228; deutlich zu erkennen ist die dauerhaft angebrachte Nummerierung der Bäume auf der Versuchsfläche, die ein Wiederauffinden der Bäume auch nach vielen Jahren noch ermöglicht.  
(Foto: L. Steinacker)*

Nachstehende Ausführungen beziehen sich auf eine zwischen 2000 und 2003 im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten durchgeführte Auswertung dieser Flächen. Zunächst werden in Anhalt an KÜSTERS (2004) die Ergebnisse zum Wachstum der Kiefer in Reinbeständen dargestellt, wobei hier ein Schwerpunkt auf die veränderten Wachstumsgänge infolge veränderter Wachstumsbedingungen gelegt wird. Anschließend werden nach PRETZSCH (2004b) die Resultate der Flächenauswertungen der Mischbestandsversuche zusammengefasst dargestellt. Zuletzt wird versucht, aus den waldwachstumskundlichen Ergebnissen zum Wachstum der Kiefer im Rein- und Mischbestand Handlungsempfehlungen für die forstliche Praxis abzuleiten.

### Vergleich aktueller Wachstumstendenzen mit Ertragstafelwerten

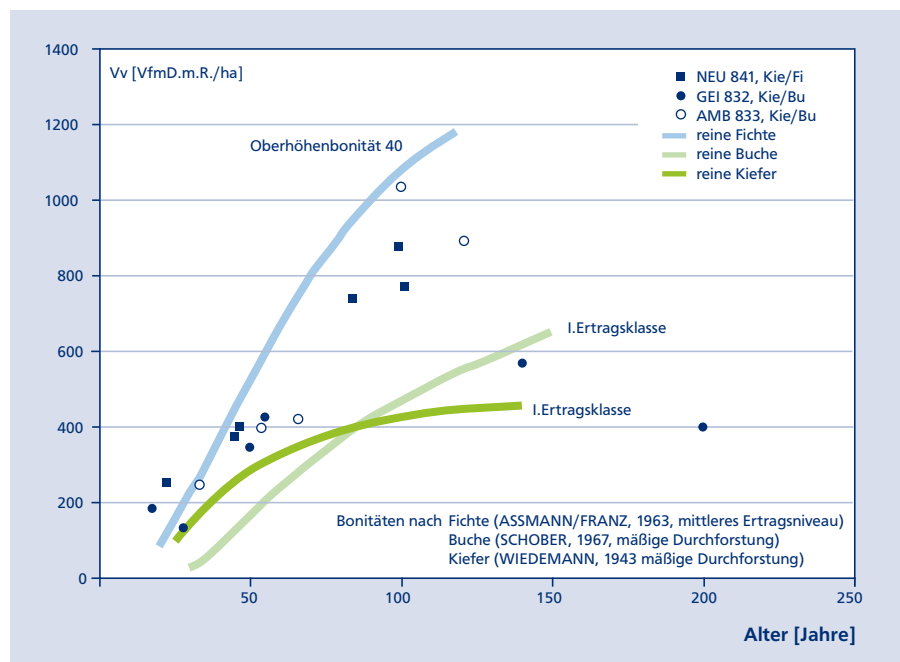
Um Wachstumstendenzen zu identifizieren, können einerseits aktuelle Bestandeskennwerte mit den Erwartungswerten von Ertragstafeln bzw. kann andererseits das Zuwachsverhalten verschiedener Zeitperioden z. B. von 1900 bis 1960 mit der Zeitspanne von 1961 bis heute verglichen werden. Bei diesen Betrachtungen wurde in allen Regionen Bayerns ein verändertes Zuwachsverhalten der Kiefern-Reinbestände festgestellt, ein deutlicher Indikator für großräumig veränderte Wuchsbedingungen. In jeder Region Bayerns liegen auf vergleichbaren Standorten die Bonitäten junger

Bestände um 1,2 bis 2,7 Ertragsklassen höher als die Bonitäten alter Bestände. Heute kann das prozentuale Verhältnis des Volumenzuwachses der Ertragstafel von WIEDEMANN (1943, mäßige Durchforstung) bis zu 212 Prozent erreichen. In den letzten 40 Jahren leisteten die Bestände durchschnittlich bis zu 2,5 VfmD/ha/a mehr als früher und wachsen damit in höheren Altern noch zwischen 7,0 bis 8,0 VfmD/ha/a zu. Sowohl Durchmesser- als auch Höhenzuwachs tragen die gestiegenen Volumenzuwächse. Dabei nimmt der Höhenzuwachs jedoch überproportional zu. Dies führt zu einem Anwachsen der h/d-Werte und damit zu einer Destabilisierung der Kiefernbestände.

### Je schlechter der Standort, desto heftiger die Reaktion

Die skizzierten Veränderungen treten vor allem seit Beginn der sechziger Jahre auf. Bis dahin folgen die Höhenwachstumskurven weitgehend dem Ertragstafelverlauf. Die Art und das Ausmaß der veränderten Wachstumsverläufe hängen von den ehemals herrschenden standörtlichen Faktoren ab. Je ungünstiger sich ein Standort hinsichtlich des Nährstoff-, insbesondere des Stickstoffangebotes in der Vergangenheit darstellte, um so höher ist die Abweichung vom Referenzverlauf. Auf ursprünglich ungünstigeren Standorten betragen die Differenzen des Volumenzuwachses von der Ertragstafel WIEDEMANN (1943, mäßige Durchforstung) über 200 Prozent, während bessere Standorte nur

Abbildung 2:  
Vergleich der Entwicklung der Trockenmassen der Vorräte aller Parzellen der Kiefern/Buchen-Wuchsreihen und Kiefern/Fichten-Wuchsreihe mit einem Fichtenreinbestand (Assmann/Franz 1963, mittleres Ertragsniveau, Oberhöhenbonität 40), einem Buchenreinbestand (Schober 1967, I. Ertragsklasse, mäßige Durchforstung) und einem Kiefernreinbestand (Wiedemann 1943, mäßige Durchforstung) (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten 2004)



Abweichungen bis zu 100 Prozent aufweisen. In den letzten 40 Jahren wurde auf ungünstigeren Standorten beispielsweise im Referenzalter von 90 Jahren eine Mehrleistung von 3,2 VfmD/ha/a erbracht, während auf mittleren bis guten Standorten nur Verbesserungen von 1,4 VfmD/ha/a erzielt wurden. Die absoluten Zuwachswerte 90-jähriger Bestände liegen auf ungünstigeren Standorten im Durchschnitt bei 8,3 VfmD/ha/a, auf besseren bei 8,5 VfmD/ha/a. Sie zeigen damit kaum noch Unterschiede. PRETZSCH (2005) stellte das aus den veränderten Klima- und Umweltbedingungen resultierende Zuwachsverhalten (Umwelteffekt) getrennt von den auf waldbauliche Maßnahmen zurückzuführenden Auswirkungen (Durchforstungseffekt) dar. Letztere Untersuchung zeigte, dass der Umwelteffekt das Zuwachsverhalten der Kiefer deutlicher beeinflusst (33 Prozent) als der Durchforstungseffekt (20 Prozent). Für keine andere Hauptbaumart in Bayern wurde ein derartig ausgeprägter Einfluss der veränderten Wuchsbedingungen auf die Steigerung des Stamm- und Bestandesvolumens gefunden wie für die Kiefer.

Zusammenfassend lässt sich damit festhalten, dass die Kiefer in Reinbeständen heute im Vergleich ein deutlich höheres Zuwachsniveau aufweist. Dies ist insbesondere auf die verbesserten Wachstumsbedingungen zurückzuführen. Die veränderten Wachstumsbedingungen resultieren z. B. aus verstärkten atmosphärischen Stickstoffeinträgen oder der wegfallenden Streunutzung der letzten Jahrzehnte. Das angesprochene positive Zuwachsverhalten hält bis ins hohe Alter an und ist auf ehemals schlechten Standorten stärker ausgeprägt als auf bereits ehemals günstigen Kiefernstandorten.

### Leistungsrelationen zwischen Rein- und Mischbeständen

Wie aber verhält sich die Baumart Kiefer in ihrem Wachstumsverhalten in gemischten Beständen? Im Mittelpunkt steht dabei insbesondere die Frage, wie Baumartenvielfalt und Produktivität von Wäldern zusammenhängen.

Um diese Frage zu klären, wurden u. a. die realen Vorräte aller Parzellen der Kiefern-Buchen- und Kiefern-Fichten-Wuchsreihen mit den entsprechenden Ertragswertwerten verglichen. Betrachtet wird hierbei die produzierte Masse Trockensubstanz, um dem Problem der mangelnden Vergleichbarkeit der Festmeterleistung von Nadel- und Laubholzbaumarten zu begegnen. Bei der Betrachtung von Abbildung 2 fällt auf, dass die auf-

stockende Masse an Trockensubstanz der Mischbestände zwischen den Kurven für die Reinbestände aus Fichte und Buche bzw. Kiefer liegt. Die Mischungsformen Kiefer/Buche und Kiefer/Fichte gewinnen demnach auf den Standorten der Versuchsflächen an Vorrat gegenüber einem reinen Kiefernbestand bzw. zum Teil gegenüber einem reinen Buchenbestand. Die Vorratsakkumulation eines Fichtenreinbestandes wird dabei kaum überschritten. PRETZSCH (2003) stellte die Ergebnisse zur Entwicklung der Produktivität von Rein- und Mischbeständen in Abhängigkeit von Standort, Bestandesdiversität und Bestandesdichte verallgemeinert dar (Abbildung 3a bis d). Demnach können die Mischungseffekte je nach Artenmischung und Standort sehr unterschiedlich ausfallen. Mit Hilfe der Kombination von Pionier- und Klimaxbaumarten, ontogenetisch früh mit spät kulminierenden Arten oder Licht- mit Schattbaumarten lässt sich die Ressourcenausbeute um bis zu 30 Prozent gegenüber dem Reinbestand steigern (Abbildung 3b, Beispiel: Beimischung der Art 2 zu Baumart 1 unter Standortbedingung 3). Bei Ähnlichkeit der ökologischen Nischen und funktionalen Eigenschaften konkurrieren die Arten dagegen gleichzeitig um dieselben Ressourcen im Kronen- und Wurzelraum (Abbildung 3a). Minderleistungen bis zu 30 Prozent folgen, wenn die vergleichsweise unproduktivere Art einer auf diesem Standort produktiveren Art beigemischt wird. Diese für mittlere Bestandesdichten nachgewiesenen Leistungsrelationen zwischen Rein- und Mischbeständen verschieben sich bei Eintritt von Störungen wie z. B. dem Absterben einzelner Bäume durch Borkenkäferbefall (Abbildung 3d) oder Standortveränderungen infolge des Klimawandels (Abbildung 3c) zugunsten von Mischbeständen. Unter Standortbedingung 1 (Abbildung 3c) wirkt jede Beimischung von Art 2 zu Art 1 kontraproduktiv. Kommt es zu einer Standortsänderung in Richtung Standortbedingung 3, verhindert nur eine ausreichende Beimischung der Art 2 drastische Zuwachseinbrüche. Die Kombination mehrerer Arten mit unterschiedlichen ökologischen Amplituden kommt damit einer Risikostreuung gleich. Mischbestände sind im allgemeinen elastischer gegenüber Änderungen von Standortbedingungen und resilienter bei natürlichen Ausfällen oder Störungen auf Grund waldbaulicher Eingriffe. Im Mischbestand puffert der Mehrzuwachs einer Art Entnahmen und Ausfälle einer anderen Art teilweise ab (Abbildung 3d).

Für die vorgestellten Mischbestandsversuchsflächen ist festzustellen, dass eine Beimischung von Buchen bzw. Fichten zur Kiefer die volumenbezogene Hektarleistung in diesen Beständen steigert. Umgekehrt senkt ei-

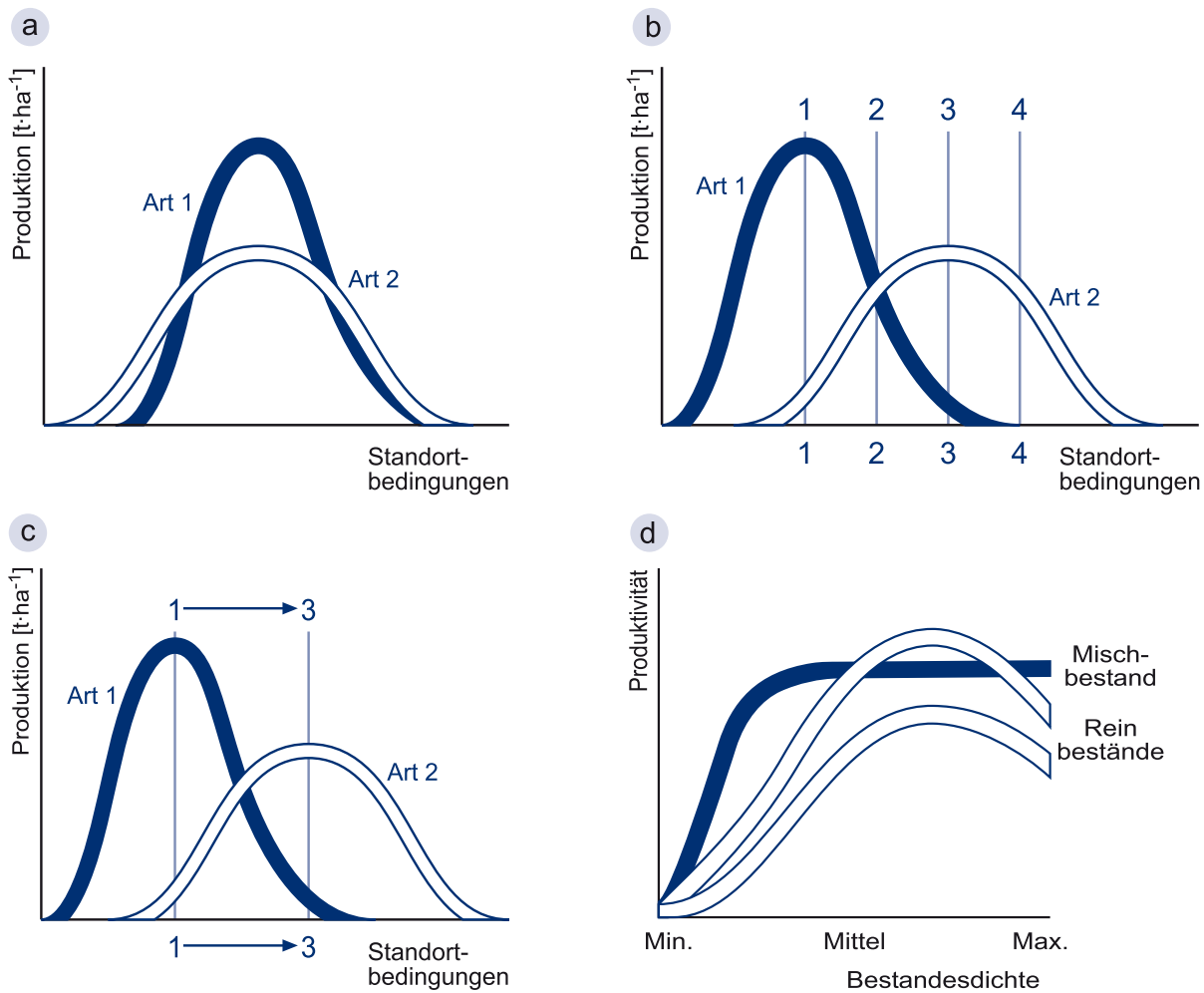


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Produktivität und Diversität in Abhängigkeit von Standort und Bestandesdichte (verändert nach Pretzsch 2003)

ne Beimischung von Kiefer die Mischbestandsleistung gegenüber reinen Fichten- und Buchenbeständen. Der Baumart Kiefer kommt allerdings auf den Standorten der vorgestellten Versuchsfelder sowie auf zahlreichen anderen Standorten in Bayern als Mischungselement insbesondere im Zusammenhang mit sich ändernden Klima- und Risikofaktoren eine immer größere Bedeutung zu.

### Die Jungdurchforstung stellt die Weichen

Welche Konsequenzen oder Handlungsempfehlungen lassen sich aus den Ergebnissen der Forschungsarbeiten ableiten? Wie die hier vorgestellten Untersuchungen zeigen, sind die Wachstumsreaktionen in den Beständen nur zum Teil auf Durchforstungseingriffe zurückzuführen. Dennoch ist es möglich, für die stark

qualitätsdifferenzierte Baumart Kiefer Handlungsempfehlungen in Ergänzungen zu WALDHERR (1994) zu geben. Bei der Behandlung von Kiefernbeständen kommt der Phase der Jungdurchforstung eine entscheidende Rolle für die künftige Struktur, Qualität und Stabilität des Bestandes zu. Die Intensität der Durchforstung sollte in Kiefernbeständen in dieser Behandlungsphase in Zukunft höher als in der Vergangenheit sein, da der stärkere Zuwachs die Eingriffe besser kompensieren kann. Gleichzeitig verringert sich der Durchforstungsturnus, da wegen der größeren Wachstumsdynamik die Phase der Jungdurchforstung schneller durchlaufen wird. Je kürzer der Turnus der Durchforstungen ist, umso weniger stark müssen die Eingriffe sein. Viel wichtiger erscheint dagegen eine Stetigkeit in der Durchforstung, zumindest in der Aufschwungs- und Vollkraftphase des laufenden Volumenzuwachses.

Eine frühzeitige Verjüngung der älteren Bestände nutzt das derzeitige Leistungspotential vieler Standorte nicht aus. Vielmehr sollte unter den momentan herrschenden Wachstumsbedingungen, insbesondere auf ärme-

ren Standorten, die gesteigerte Leistungsfähigkeit genutzt werden (WALDHERR 1994). Dieser Mehrzuwachs lässt sich auf die qualitativ guten Stämme lenken.

## Fazit

Ziel sollte im Sinne einer Streuung des Risikos stets die Begründung von Mischbeständen sein (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT 2006). Eine Beimischung anderer Baumarten zur Kiefer führt dabei in einer Vielzahl der Fälle zu einer Steigerung der Produktivität der Bestände gegenüber Kiefernreinbeständen. Umgekehrt verringert eine Beimischung der Kiefer zu Fichte und Buche die Leistung im Vergleich zu reinen Fichten- bzw. teilweise reinen Buchenbeständen. Auf Grund der relativ weiten ökologischen Amplitude der Kiefer ist die Beimischung dieser Baumart aber in jedem Fall ein Beitrag, um den Herausforderungen sich verändernder Umweltbedingungen entgegenzutreten.

## Literatur

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2006): Hinweise zur waldbaulichen Behandlung von Borkenkäferkalamitätsflächen in Mittelfranken. LWF Wissen Nr. 54, 61 S.

KÜSTERS, E. (2004): Die Kiefer im Reinbestand – Produktivität und Wachstumstrend. In: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2004): Die Kiefer im Rein- und Mischbestand – Produktivität, Variabilität, Wachstumstrend. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, S. 1–204

PRETZSCH, H. (2003): Diversität und Produktivität von Wäldern. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 174, S. 88–98

PRETZSCH, H. (2004a): Der Zeitfaktor in der Forstwirtschaft. In: Innovation durch Kontinuität. LWF-Wissen Nr. 47, 71 S.

PRETZSCH, H.; SCHÜTZE, G. (2004b): Die Kiefer im Mischbestand – Analysen zu Diversität, Produktivität und Struktur von Kiefern-Mischbeständen. In: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2004): Die Kiefer im Rein- und Mischbestand – Produktivität, Variabilität, Wachstumstrend. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, S. 231–326

PRETZSCH, H. (2005): Wachstum von Rein- und Mischbeständen bei veränderten Umweltbedingungen. AFZ/Der Wald 9, S. 465–468

WIEDEMANN, E. (1943): Ertragstafel für die Baumart Kiefer (mäßige Durchforstung). In: SCHOBER, R. (1987): Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage, 166 S.

WALDHERR, M. (1994): Die Pflege der Kiefernbestände in der Oberpfalz. Forst und Holz, S. 462–466

## Danksagung

Dankenswerterweise unterstützen die Bayerische Forstverwaltung, die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft sowie die Bayerischen Staatsforsten die Forschungsarbeiten im Projekt W 07 „Langfristige Beobachtung ertragskundlicher Versuchsflächen in Bayern“.

## Keywords

Scots pine, growth, Bavaria, experimental plots, pure stands, mixed stands

## Summary

Long term experimental plots allow well-grounded statements on the growth of Scots Pine in Bavaria. Recent research works have shown that pure stands of Scots Pine grow better than in former times. That applies especially for site conditions, which have been unfavourable for the growth of Scots Pine in the past. In mixture with Common Beech or Norway Spruce productivity is higher than in pure stands of Scots Pine but lower than in pure stands of Norway Spruce. Anyway an admixture of Scots Pine seems to be reasonable because its wide ecological amplitude leads to a reduction of stand risk.



Krone einer alten Kiefer (Foto: U. Conrad)

## *Die Kiefer*

*Herbstabenddämmerung kriecht am Waldesrand,  
verdrossener Regen rieselt ins weite Land,  
um dornigen Ginster und struppiges Heidekraut  
die Nebelfrau den giftigen Brodem braut.*

*Im ausgefahrenen Wege das Wasser rinnt,  
rauh über die Gleise weht die Halme der Wind,  
und reglos hebt dort drüben aus Scholle und Land  
der Tannenforst die dunkle Nebelwand.*

*Abseits vom Walde eine Kiefer ins Grau sich streckt,  
zum Himmel auf die knorrigen Äste gereckt,  
die Regenheide rings versteht sie nicht,  
sie schreit nach Sonne und sehnt sich auf zum Licht.*

BÖRRIES FREIHERR VON MÜNCHHAUSEN