1. Einleitung

Die Pappel (*Populus spp.*), die zur Familie der *Salicaceae* gehört, ist eine seit Jahrhunderten in Mitteleuropa wirtschaftlich genutzte Gattung. Ihre Nutzung war und ist dabei Schwankungen unterworfen. Wurde das Holz von Pappeln früher häufig für Hauhaltsgegenstände wie Schüsseln und Löffel gebraucht, dient es heute vorwiegend der Zellstoff- und Papierindustrie. Die Weiterentwicklung moderner Verbrennungsanlagen, aber auch die Entstehung bzw. Wiederentdeckung von Kurzumtriebsanbausystemen (früher Niederwaldbetrieb) trugen dazu bei, dass seit einigen Jahren die energetische Nutzung dieser raschwüchsigen Hölzer immer interessanter wird.

1.1 Die Schwarzpappel

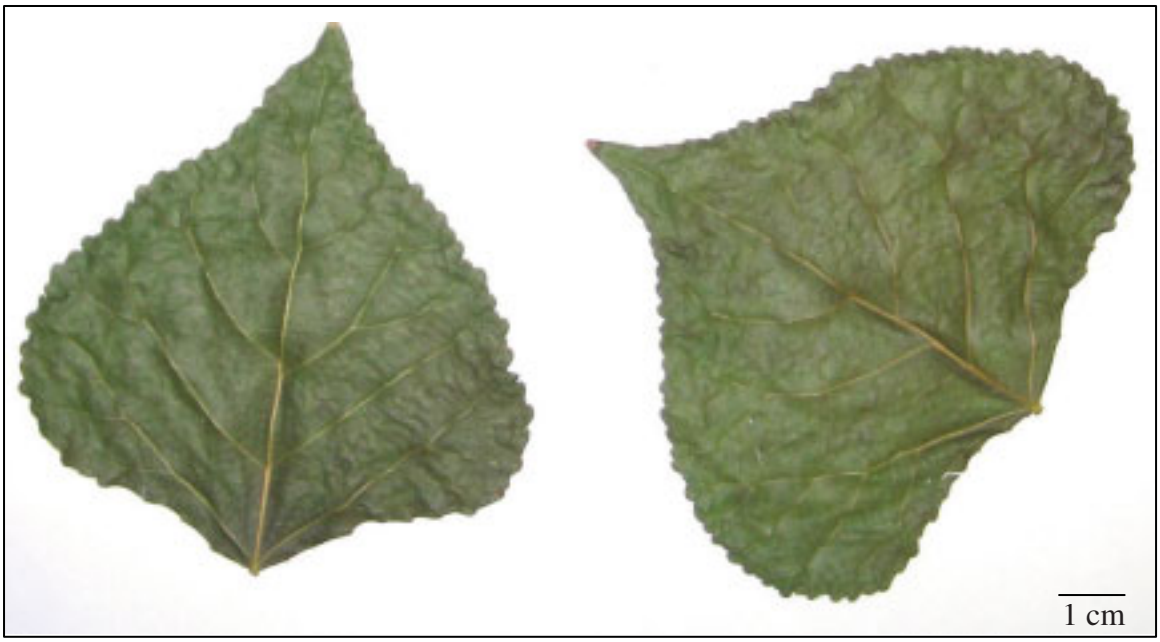

Abbildung 1: Blätter der Schwarzpappel (*Populus nigra*)

Die Schwarzpappel (*Populus nigra*), Baum des Jahres 2006, ist eine in Deutschland selten gewordene Art der Gattung *Populus*. Ihre wirtschaftliche Bedeutung war im Verlauf der Jahrhunderte starken Schwankungen unterworfen und reicht von der Produktion von Prothesen nach den Weltkriegen über die Zündholzproduktion bis hin zur Papier- und Sperrholzproduktion (Roloff 2006). Technische Eigenschaften wie ein hoher Abnutzungswiderstand, Elastizität und Splitterfestigkeit, aber auch Eigenschaften wie Geruchs- und Geschmacksneutralität machen das Holz der Pappel

zu einem vielseitig einsetzbaren Rohstoff (Grosser 2006). Besonders Schwarzpappelhybride haben wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Einer der ersten Schwarzpappelhybride, *P. x canadensis*, wurde bereits im 17. Jahrhundert aus der europäischen und der kanadischen Schwarzpappel (*P. deltoides*) gekreuzt. In jüngster Zeit werden vor allem Hybriden aus Balsampappeln, z. B. *P. maximowiczii*, und Schwarzpappel (*P. nigra*) als schnellwachsende Baumarten in Kurzumtriebsplantagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien eingesetzt (Hofmann 2002).

Das ursprünglich natürliche Verbreitungsgebiet der Schwarzpappel erstreckt sich von Nordafrika bis Skandinavien, im Osten reicht die Verbreitungsgrenze bis ans Kaspische Meer (Roloff 2006).

Als Charakterart der Weichholzaue bevorzugt die Schwarzpappel sandige Flusskehren, die für ein Auflaufen der Naturverjüngung unerlässlich sind. Die europäische Schwarzpappel ist in der Lage, Überschwemmungen und Übersandungen zu tolerieren, auch kann der Baum selbst größere Verletzungen überwallen. Das Regenerationspotential kann zur Vermehrung über Steckhölzer genutzt werden, um so aus einem Individuum zahlreiche Klone zu gewinnen (Weisgerber 2006). Als Pionierbaumart verfügt die Schwarzpappel über eine hohes Anpassungspotential an Änderungen der Standortbedingungen, welche durch die Auedynamik bedingt werden (Immert und Lefèvre 2003).

Heute werden mittels genetischer Analysen (z. B. Isoenzymanalyse, RFLP Marker) viele natürliche Standorte von Schwarzpappel- (Relikt-) Populationen erfasst und unter besonderen Schutz gestellt. Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, die Schwarzpappel als eine der gefährdeten Baumarten Deutschlands zu erhalten (Töber *et al.* 2006, Holderegger *et al.* 2005). Neben der Lebensraumzerstörung durch Gewässerbegradigung (Volk 2006) und Auwaldvernichtung stellt besonders die Genintrogression zwischen Schwarz- und Hybridpappeln, welche zur schleichenden Vermischung des Erbmaterials führt, eine existenzielle Bedrohung für die Schwarzpappel dar (Csencsics *et al.* 2009, Smulders *et al.* 2008, Heinze 2008, Ziegenhagen *et al.* 2008).

1.2 Die Aspen

Die Aspe, Espe oder auch Zitterpappel (*Populus tremula*), die zur Sektion *Populus* gehört, wird als anpassungsfähige Primärbaumart beschrieben, die in der Lage ist, auch Extremstandorte zu besiedeln. Sie verkraftet kurzfristige Trocken- wie Nassphasen ebenso wie Nährstoffmangel (Dimpfelmeier 1963). In den Alpen sowie in den Pyrenäen, im Kaukasus und im Altai besiedelt sie Standorte bis zu 2000m ü. NN (Stettler *et al*. 1996). Ihr helles Holz wurde seit dem Mittelalter für Brennholz, Prothesen und später für die Zündholzproduktion genutzt. In der heutigen Zeit findet es vornehmlich in der Papierindustrie, in der Sperrholzproduktion, zur Herstellung von Spankörben und Holzlöffeln sowie im Energiesektor Abnehmer. Fossilfunde belegen, dass die Aspe bereits in der frühen Kreidezeit in Grönland vorkam (Tamm 2006). Der Namen Zitterpappel ist entstanden, da die langstieligen adulten Blätter des Baumes schon bei schwachem Wind aneinander schlagen und so ein klapperndes Geräusch erzeugen, sie „zittern wie Espenlaub“ (Tamm 2006).

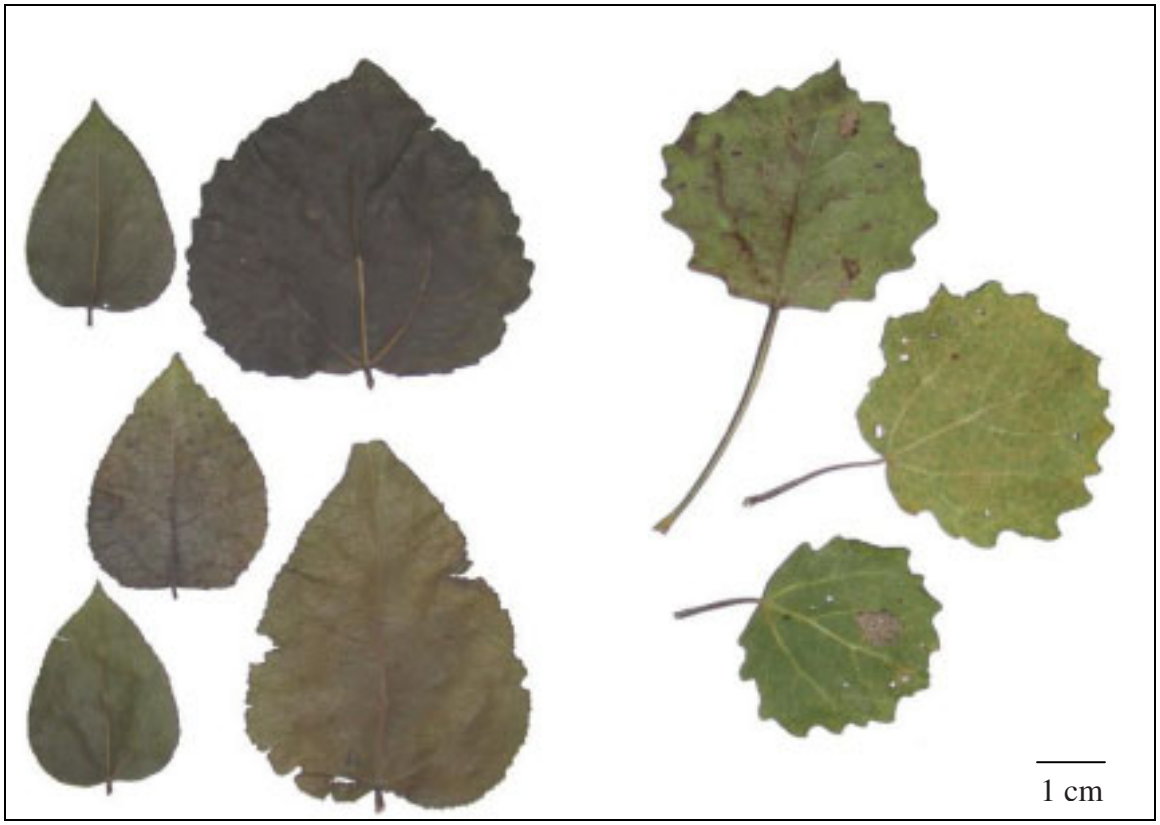

Abbildung 2: Blätter der Aspe (*Populus tremula*), juvenil - links, adult - rechts

1.3 Mykorrhiza

Als Mykorrhiza bezeichnet man eine symbiontische Lebensgemeinschaft, bei der Pilze mit dem Feinwurzelsystem von Pflanzen in Kontakt treten. Die Pilze liefern den Pflanzen dabei Nährstoffe und verbessern die Wasserversorgung durch die Oberflächenvergrößerung der Feinwurzeln und erhalten im Austausch Assimilate. Die symbiontische Beziehung geht in einigen Fällen soweit, dass die Pflanzen ohne den Pilz als Partner nicht überlebensfähig sind (Raven *et al.* 1985, Smith und Read 2008). 80% der heute lebenden Landpflanzen sind mykorrhiziert. Dabei unterscheidet man zwei Gruppen von Mykorrhiza: die arbuskuläre Mykorrhiza und die Ektomykorrhiza. Die arbuskuläre Mykorrhiza ist am häufigsten vertreten und gleichzeitig die Urform der Mykorrhiza. Ihre Hyphen wachsen in die Wurzelzellen und treten so mit der Wirtspflanze in Kontakt. Die Ektomykorrhiza hat sich parallel entwickelt. Ihre Hyphen wachsen als Mantel um die Wurzelzellen herum und in den Interzellularraum zwischen den Wurzelrindenzellen (Smith und Read 2008). Häufig ist eine Koevolution von Ektomykorrhiza und Wirtspflanze zu beobachten. Es gibt viele Pflanzen, die beide Formen der Mykorrhiza ausbilden (Wang und Qiu 2006). Für das Wachstum und die Entwicklung von Pappeln im Speziellen spielt das Vorhandensein von Mykorrhizapilzen eine wichtige Rolle: Die Symbiose von Baum und Pilz bringt Nährstoffvorteile, die an armen Primärstandorten die Pappeln bevorzugt besiedeln oder in Trockenperioden für das Überleben entscheidend sein können.

1.4 Endophyten

Endophytische Pilze kommen an Pflanzen sowohl als Symbionten als auch als Parasiten vor. Symbiontische Endophyten sind in vielen Pflanzenteilen wie Wurzeln, Blättern, Stängeln, Blüten oder Früchten gefunden worden. Es sind sowohl wirtsspezifische als auch Ubiquisten bekannt (Petrini *et al.* 1979). Endophyten verbessern die Überlebenschancen ihrer Wirtspflanzen bei Trockenheit und bilden giftige Sekundärmetabolite, die Insekten, Bakterien und andere Pilze abwehren können (Clay 1996, Krohn *et al.* 2006).

1.5 Ziele der Arbeit

Die Untersuchungen beschäftigten sich mit Fragestellungen zur Auswirkung steigender innerartlicher Diversität auf Wachstum und Produktivität von Pappeln. Neben der allgemeinen Charakterisierung der Wuchseigenschaften der untersuchten Schwarz- und Zitterpappeln sollten auch deren Interaktionen mit Symbionten und Insekten untersucht werden.

Die wesentlichen Fragestellungen waren:

- Welchen Einfluss hat die Inokulation mit einem Mykorrhizapilz und eine Fungizidbehandlung auf das Wachstum von Schwarzpappelklonen?
- Wie wirken sich die Inokulation und Fungizidbehandlung auf Insekten aus, die an den Schwarzpappelklonen fressen?
- Welche Auswirkungen hat die Diversität innerhalb und zwischen Vollgeschwisterfamilien der Aspe auf deren Wachstum?
- Welchen Einfluss haben Symbionten und eine Fungizidbehandlung auf das Wachstum und die Produktivität von Aspenvollgeschwisterfamilien?
- Wie wachsen verschiedene Herkünfte von Aspen auf einem Grenzertragsstandort?
- Welchen Einfluss hat die Diversität auf das Wachstum und die Biomasseproduktion von Aspenherkünften?