

Dipl. Ing. M. Wilde
Von der LWK Niedersachsen
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Baumpflege,
Verkehrssicherheit von Bäumen,
Baumwertermittlung

Landschaftsarchitekt AK NW

Am Feldweg 8, 49525 Lengerich
tel.: 05482 - 926843
marcwilde@gmx.de
www.marcwilde.de

Bäume und ihre Wohlfahrtswirkungen im städtischen Siedlungsraum

oder

warum wir sorgsamer mit unseren Bäumen umgehen sollten

von Marc Wilde



Dipl. Ing. M. Wilde
Von der LWK Niedersachsen
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Baumpflege,
Verkehrssicherheit von Bäumen,
Baumwertermittlung

Landschaftsarchitekt AK NW

Am Feldweg 8, 49525 Lengerich
tel.: 05482 - 926843
marcwilde@gmx.de
www.marcwilde.de

Inhaltsverzeichnis

1.1	Wohlfahrtswirkungen durch Stadtbäume	Seite 3
1.2.1	Luftqualität	Seite 6
1.2.2	Bäume als Luftfilter	Seite 7
1.2.3	Bäume als Regulator für Temperatur & Luftfeuchte	Seite 11
1.2.4	Bäume als Sauerstoffproduzenten	Seite 14
1.2.5	Lärminderung durch Stadtbäume	Seite 16
1.2.6	Bäume beeinflussen den Windstrom	Seite 20

1.2 Wohlfahrtswirkungen durch Straßen- und Stadtbäume

Obwohl Bäume in der Stadt in den Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung (ESG 1987) als Straßenmobiliar definiert werden und somit Sitzmöbeln, Wasserspielen oder Pflasterbelägen gleichgestellt werden, sind sie für Bewohner in verdichteten Innenstädten mit ihrer Vielzahl an möglichen Wohlfahrtswirkungen oftmals ein Garant für ein lebenswerteres Wohnumfeld. Hierbei sind es vor allem nachfolgende Funktionen, die zu einem erhöhten Wohlbefinden der Menschen beitragen können:

Luftqualität: Filterung von Staub und gasförmigen Luftverunreinigungen

Mikroklima: Begrenzung von Temperaturextremen, erhöhen der relativen Luftfeuchte

Lärmminderung: reduzieren von Lärmwahrnehmungen

Identifikation: Erhöhung der Identifikation der Bewohner mit ihrem Wohnumfeld

Windbremse: Reduzierung der Windgeschwindigkeiten

Wassermanagement: Wasserspeicherung & Reduktion von Abwasserspitzen

Immobilienwert: Erhöhung der individuellen Immobilienwerte

Biodiversität: Lebensraum für eine Vielzahl von Lebewesen

Co2 Haushalt: Fixierung von CO₂

Landschaft: Einbindung in die umgebende Landschaft

Raumwirkung: Nachhaltige Gestaltung von Straßen, Wohnvierteln und –plätzen

Verkehrsführung: Gliedernde Elemente in Verkehrsräumen

Die Farbe Grün: Grünanteile als aktiver Beitrag zu Erhöhung der Wohnqualität

Peter Werner führt in seiner Veröffentlichung zur Fragestellung Klimawandel, was tun? (Stadt& Grün, 12/2010, Seite 11 ff.) wie folgt aus: *...Der Klimawandel findet statt. Insbesondere die großen Städte und Ballungsräume stehen dabei vor besonderen Herausforderungen, denn dort werden die Auswirkungen deutlicher zu spüren sein als anderswo. Von der Vielzahl der derzeit diskutierten Strategien zur Klimaanpassung in unseren Städten ist vor allem das Augenmerk auf die grüne Infrastruktur gerichtet. Dies zu qualifizieren wird als vorrangige Notwendigkeit angesehen, um die erwarteten Folgen des Klimawandels in unseren Städten zu mildern.*

Als Gründe für eine Regulierung des Stadtklimas durch eine qualifizierte Grüngestaltung führt Werner u.a. folgende Parameter eines sich ändernden Klimas in Ballungsräumen an:

- **Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen**
- **Zunahme von Hitzewellen im Sommer**
- **Veränderungen der Niederschlagsmenge im Jahresgang**
- **Zunahme der Starkniederschläge**
- **Steigende Hochwassergefahr im Winter und Frühjahr**
- **Zunahme der Winterstürme**
- **Zunahme extremer Hagelereignisse, Tornados und Starkgewittern**

Neben der Prognose eines sich zukünftig ändernden Stadtklimas sind es aktuell vor allem die erhöhten, nachweislich krankheitsfördernden Feinstaub- und Ozonbelastungen, die bundesweit zur Aufstellung von Aktionsprogrammen geführt haben, um eine Verminderung dieser Belastungen zu erreichen. Neben den erhöhten Feinstaubbelastungen in der Stadtluft wirken sich die nachweislich erhöhte Lufttemperatur sowie eine reduzierte Luftfeuchte in Kombination mit lokal veränderten Luftfeldern negativ auf die Lebensumstände der Stadtbewohner aus. Der hohe Versiegelungsgrad in den Ballungszentren führt zu einem erhöhten Aufheizen der unmittelbaren Umgebungsluft. Fehlen grüne Verdunstungsflächen sowie offene Versickerungsflächen für

Niederschläge, ist die Luftfeuchtigkeit im Vergleich zum Offenland um 5-10 % reduziert (Ohlwein, 1989). Schließlich ist der Windkomfort oft durch größere Baukörper beeinträchtigt, so dass Böen oder unerwünscht hohe Windgeschwindigkeiten auftreten können.

Die Regulierung des Stadtklimas durch eine nachhaltige Grüngestaltung sind hierbei u.a. auch eine der Beweggründe der Stadt Oberhausen zur Fortsetzung des Alleenprogramms sowie der mit diesem Programm angestrebten, nachhaltigen Entwicklung des Straßen- und Stadtbaumbestandes.

In dem nachfolgenden Kapitel werden die einzelnen, klimarelevanten Wohlfahrtswirkungen von Stadt- und Straßenbäumen zunächst allgemein erläutert und dargestellt.

1.2.1 Luftqualität: Filterung von Staub und gasförmigen Luftverunreinigungen

Feinstäube gelten von allen Schadstoffen in der Atemluft als die gefährlichsten. Die nachteiligen Wirkungen von hohen Feinstaubbelastungen der Außenluft auf die menschliche Gesundheit sind durch eine Vielzahl epidemiologischer Untersuchungen belegt. Diese Wirkungen werden bei Konzentrationen von Feinstäuben beobachtet, wie sie derzeit auch in dicht besiedelten und industriell beanspruchten Städten des Ruhrgebietes anzutreffen sind (Aktionsplan Umwelt und Gesundheit NRW in www.apug.nrw.de). Feinstaub kann das Herz – Kreislaufsystem und die Atemwege schädigen. Er steht zudem im Verdacht, krebserzeugend zu sein. Die ultrafeinen Partikel sind extrem lungengängig und können Entzündungen und Vergiftungen hervorrufen. Während für größere Staubpartikel verschiedenen Abwehrmechanismen im Körper bereit stehen, ist der menschliche Organismus den Fein- und Feinststäuben ohne körpereigene Filtermöglichkeit oder Abwehrreaktion ausgesetzt. Wissenschaftler konnten inzwischen nachweisen, dass diese ultrafeinen Staubpartikel in die Blutzirkulation, das Herz, Leber und andere Organe transportiert werden und selbst in das Hirn vordringen können.

Was ist Feinstaub:

Als 'Staub' oder 'Partikel' werden, unabhängig von ihrer Größe und chemischen Zusammensetzung- alle festen oder flüssigen Schwebstoffe bezeichnet, die in der uns umgebenden Luft enthalten sind. Hierbei sind vor allem die feinen Staubteilchen mit einem Durchmesser unter 10 Mikrometer (10 µm) für die menschliche Gesundheit von Bedeutung, da von ihnen eine hohe Gesundheitsgefährdung ausgeht. Bezogen auf städtische Ballungsraume in Deutschland entfallen 25 % der Immissionen auf Abgase und Aufwirbelungen des lokalen Verkehrs. Weitere 25 % entfallen auf die städtische Hintergrundbelastung, wovon 15 % ebenfalls verkehrsbedingt sind. Die verbleibenden 50 % stammen aus weiter entfernten Quellen, wobei auch davon noch etwa 8 % vom Verkehr stammen (Beispiel Berlin). Hieraus lässt sich folgern, dass in stark KFZ

frequentierten Straßen etwa 50 % der Feinstaubbelastung dem Verkehr zugerechnet werden können. (Quelle: Infobroschüre des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: *Handeln gegen Feinstaub*, 2008).

Neben dem Feinstaub können noch weitere, schädliche Luftbestandteile in erhöhten Konzentrationen auf den Verkehr zurückgeführt werden. So entstammen Stickoxide (Summe aller Stickstoffmonoxide sowie Stickstoffdioxide) und flüchtige, organische Verbindungen den Autoabgasen. Zudem bildet sich aus NO_x sowie flüchtigen, organischen Stoffen, die oftmals Autoabgasen entstammen (FOS), unter der Einwirkung von Sonnenlicht Ozon. Hohe Ozonkonzentrationen entstehen hierbei bevorzugt im Sommer und stehen im Verdacht, in Kombination mit Feinstäuben Gesundheitsschäden hervor zu rufen.

1.2.2 Luftqualität: Bäume als Luftfilter

Die Leistung von Bäumen, Gehölzen und flächigen Grünstrukturen zur Staubfilterung wird von mehreren Variablen bestimmt. Die Korngröße des Staubes, Größe und Ausstattung der Blattflächen, Ausbreitungsbedingungen und Emissionsbedingungen spielen eine Rolle (VDI Kommission, 1988). Allein durch geringere Erwärmung der Luft ist die Staubaufwirbelung niedriger, durch eine höhere Luftfeuchtigkeit sind die Staubpartikel schwerer und lagern sich an die Grünmasse an. Das Laub bildet eine Art Filter, in dem sich Staub absetzen und beim nächsten Regen abgewaschen werden kann. Schließlich können Bodeninversionen über größeren Grünflächen die Filterwirkung begünstigen. Deshalb beträgt der Staubgehalt der Luft in weitläufigen Parkanlagen oftmals nur etwa 1/6 derjenigen in bebauten Stadtzentren.

Wie genau Bäume als Luftfilter fungieren können, ist inzwischen in einer Vielzahl von Untersuchungen erforscht worden. Hierbei lassen sich zwei unterschiedliche Filtereffekte unterscheiden:

Direkte Effekte: Blattoberflächen können Stäube entweder im Verlauf der Vegetationsperiode anreichern oder durch selbstreinigende

Oberflächenstrukturen vermeiden. Wahrscheinlich führt die Selbstreinigung durch Zusammenballung zu Grobstäuben ebenfalls zur Abscheidung von Feinstäuben. Zudem können Blätter gasförmige Luftverunreinigungen binden.

Indirekte Effekte: Pflanzenbestände verändern die Luftströmung. Dies beeinflusst die lokale Konzentration, Verteilung und Abscheidung von Stäuben und Luftschadstoffen und ermöglicht eine deutliche Minimierung der Belastungssituation. (Quelle: Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen, Forum ‚Die Grüne Stadt‘, 2008, www.die-gruene-stadt.de).

Bäume können gasförmige Bestandteile sowohl über die Spaltöffnungen aufnehmen als auch auf der Cuticula anlagern. Stickoxide und Ozon werden hauptsächlich über die Spaltöffnungen ins Blatt aufgenommen. Für eine große Anzahl flüchtiger organischer Stoffe wie PCB, Dioxine und Furane bildet die Cuticula die wichtigste Aufnahmequelle. Die Aufnahme über die Cuticula hat den Vorteil, dass sie auch während der Nacht weiterläuft, wenn die Spaltöffnungen geschlossen sind. Nach der Aufnahme in die Cuticula werden die flüchtigen organischen Stoffe nach und nach an das Blattinnere abgegeben. Blätter mit einer dicken Cuticula, die viele fettige Bestandteile enthält, sind daher sehr geeignet für die Entfernung organischer Schadstoffe aus der Umgebungsluft.

Feinstaub gelangt durch Luftbewegungen an oder auf das Blatt. Wenn die Feinstaubteilchen unmittelbar mit dem Blatt in Berührung kommen, werden sie elektrostatisch angezogen. Blattbehaarungen oder raue Blattoberflächen begünstigen diesen Effekt. Auch der Grad der Feuchtigkeit und der ‚Klebrigkeit‘ des Blattes sowie die Dichte der jeweiligen Baumkrone üben einen großen Einfluss auf das Potential der Staubanlagerung aus. Feste Staubteilchen gelangen nicht ins Innere des Blattes. Die Teilchen verbleiben auf der äußeren Oberfläche des Baumes (Blätter, Zweige, Stamm). Im Laufe des Jahres enthalten die Blätter, je nach Oberflächenbeschaffenheit, immer mehr Staubteilchen. Ein Teil des abgefangenen Staubs bleibt hierbei bis zum herbstlichen Laubfall haften.

Ein anderer Teil löst sich wieder vom Blatt durch starken Wind oder wird mit dem Regenwasser vom Blatt abgespült.

Der direkte Kontakt zwischen Schadstoffen und Blattflächen ist entscheidend für ein hohes Maß an Luftfilterung durch geeignete Bäume. Bei "porösen", offenen sowie durchlässigen Kronen nehmen viel mehr Blätter am Reinigungsprozess teil als bei undurchlässigen Kronen, da auch die Blätter im Kronenzentrum in Kontakt mit der verschmutzten Umgebungsluft kommen. Bei aufgeasteten Bäumen mit dichtem Kronendach geht daher ein erhöhter Anteil der verschmutzten Luft unter der Krone durch und wird infolge einer Unterströmung nicht gereinigt. Hierbei handelt es sich jedoch um genau die Zone, in der Menschen mit der verunreinigten Umgebungsluft in unmittelbarem Kontakt gelangen. Daher ist eine Empfehlung vieler Experten, an solchen Standorten zusätzlich vertikale Grünstrukturen (Hecken, lockere Strauchpflanzungen) anzulegen, die mit ihren Blättern bodennahe Verunreinigungen aus der Luft entfernen. Um den vorab geschilderten Tunneleffekt zu vermeiden, empfiehlt es sich, in zu dichten, kronengeschlossenen Alleen Lücken für den Luftaustausch vorzusehen (u.a. . Veröffentlichungen von Dr. Manfred Thönnissen, Uni Köln)



Ausgeprägter Tunneleffekt hoch aufgeasteter Platanen bewirken Störungen beim Austausch der mit Feinstaub belasteten Luft gegen Frischluft.

Der "Tunneleffekt" kann zudem minimiert werden durch Bepflanzungen, die über eine gute Porosität verfügen. Dies kann durch die Wahl der richtigen Baumarten mit entsprechend offenen Kronen, aber auch durch gezielte Schnitt- und Pflegemaßnahmen erreicht werden. Um die Filterwirkung von Bäumen optimal wirksam werden zu lassen, ist daher verstärkt auf die Winddurchlässigkeit (Porosität) der Kronen zu achten. Bäume mit dichtem, glatten Blattwerk, wie beispielsweise die Kastanie oder die Platane, bilden oftmals eine wandähnliche Fläche, die lediglich zu Verdrängung der Windbewegung, nicht aber zu deren Filterung beiträgt. Im unmittelbaren Umfeld hoch aufgesteuerter Bäume sind daher, neben lockeren Strauchpflanzung, Pflanz- und/oder Rasenflächen vorteilhaft, die die unter den Bäumen sedimentierenden Stäube binden können und ein erneutes Aufwirbeln verhindern. Von dieser Funktion abgesehen sind Pflanzbeete und Rasenstücke auch geeignet, den Abflußwert des Regenwassers in Straßenräumen zu senken und so für mehr Verdunstung und weitere Kühle im Straßenraum zu sorgen.



Jüngere, doppelreihige Baumpflanzung aus Gleditschien auf einer breiten Rasenbankette, abgegrenzt durch eine geschlossene Eibenhecke, die sich im Laufe der nächsten Jahrzehnte zu einer wirksamen Feinstaubfilterinsel entwickeln wird.

1.2.3 Stadtbäume als Regulator für Temperatur und Luftfeuchte

Vitale Bäume können das lokale Klima unmittelbar beeinflussen. Hierbei spielen vor allem Beschattungseffekte versiegelter Flächen (Dachflächen, Straße, Wege und Plätze,..) eine große Rolle. Bei der Betrachtung der Energiebilanz fällt die ausgleichende Wirkung von Bäumen für das Stadtklima ins Auge. So werden von der auf ein Blatt fallenden Sonnenenergie im Regelfall etwa 60 % zur Verdampfung von Wasser benötigt. Diese Transpirationskühlung ist an heißen Sommertagen deutlich spürbar und kann durch Messungen nachgewiesen werden. In 2 m Höhe wurde mittags unter einer Allee eine um 6 °C niedrigere Temperatur gemessen als in einer baumlosen Vergleichsstraße). Außerdem wurde auf Stadtplätzen unter Bäumen eine um 0,6 °C niedrigere durchschnittliche Temperatur gemessen. Da ein Blatt nur ungefähr 30 % des einfallenden Sonnenlichts durchlässt, ist die Verschattungswirkung, zum Beispiel von Bäumen im Straßenraum, beachtenswert. Zudem reflektieren die Blätter circa 8 % der Energie, dieser Anteil liegt bei nichtgrünen Oberflächen meist viel höher mit der Folge einer deutlich stärkeren Erwärmung des unmittelbaren Umfeldes (Informationsbroschüre: Forum DIE GRUENE STADT: Ein Baum).

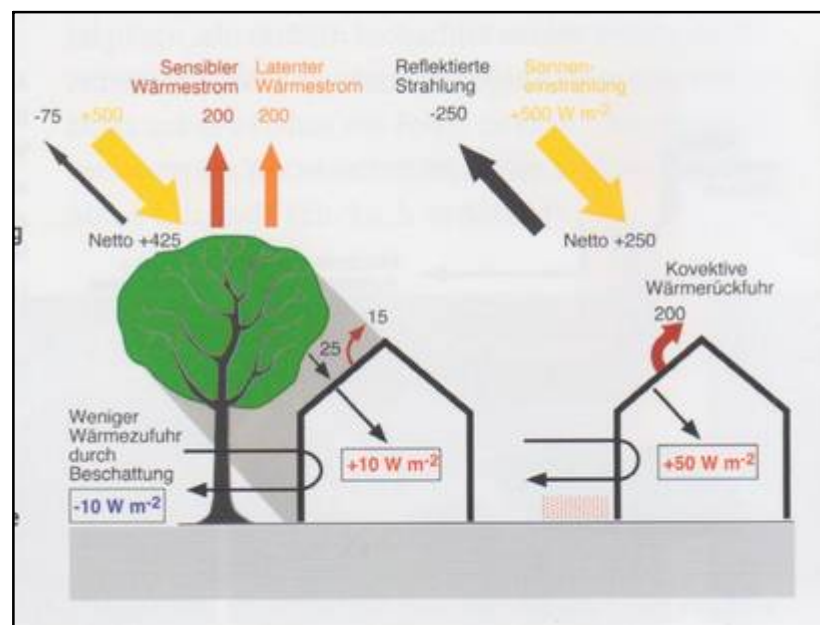


Geringe Verschattungswirkung durch junge Hainbuche. Die im Bildhintergrund zu erkennende Säulenhainbuche bewirkt bereits eine deutlich erhöhte Verschattung und Kühlung. Die in der linken Bildhälfte zu erkennende Robinie bewirkt eine Verschattung der Dachfläche mit entsprechend reduzierter Wärmezufuhr.

Die nachfolgenden Zahlen aus der Stadt Basel belegen diese Effekte sehr anschaulich. Hier wurden auf unbeschatteten Dächern an sonnigen Sommertagen Temperaturen von über 60°C gemessen, die Temperaturen unter Bäumen sowie in der Nähe von Grünflächen verblieb im Mittel bei 26° C (S. Leuzinger, Pro Baum 1/2011, Seite 7 ff.).

Das Mikroklima im unmittelbaren Umfeld von Stadtbäumen wird bei der Verdunstung von Wasser nicht nur aufgrund des Energieverbrauchs verbessert, sondern zudem aktiv mit Wasserdampf angereichert (= lokale Erhöhung der rel. Luftfeuchte). So kann ein ausgewachsener, vitaler Straßenbaum während der tagsüber erfolgenden Assimilation 50- 70 l Wasser abgeben. Dabei differiert die Wasserdampfabgabe je nach Pflanzenart stark, da sie von der absoluten Blattoberfläche und von der Beschaffenheit der Blätter abhängig ist.

Die nachfolgende Grafik von S. Leuzinger veranschaulicht sehr deutlich die Kühlwirkung von großvolumigen Baumkronen auf Häuser in Ballungsräumen.



(S. Leuzinger, Pro Baum 1/2011, Seite 7 ff.).

Das Idealbild einer klimagerechten Grünflächengestaltung sieht nach P. Werner (in: Stadt & Grün, 12/2010, Seite 11 ff.) so aus, dass zum einen die Belastung durch Hitze am Tage im Freien und zum anderen die Wärmebelastung in der Nacht in Innenräumen reduziert wird. Dies bedeutet, Grünflächen sollten über Qualitäten verfügen, die einen angenehmen Aufenthalt während der Tageshitze erlauben oder zu einer thermischen Entlastung der bebauten Nachbarflächen beitragen. Diese Funktionen bestimmen, inwieweit eher offene Rasenflächen, die besonders stark als Kaltluftentstehungsgebiete die nächtliche Abkühlung fördern, oder mehr gehölzbestandene Flächen oder Bäume, die thermisch ausgleichend wirken und die Wärmebelastung am Tage mildern, gestalterisch umgesetzt werden sollten. Bzgl. des Wirkungskreises von Grün- und Parkflächen, die kleiner als 15 ha sind, führt Werner aus, dass diese über einen Wirkungsbereich von etwa 50 bis 100 m verfügen (Bonghardt 2006 in Stadt & Grün, 12/2010, Seite 14 ff). Als Faustregel kann hierbei gelten, dass eine Grünfläche ungefähr die doppelte Fläche ihrer eigenen Flächengröße abkühlen kann. Dies trifft jedoch nicht auf kleine Flächen von weniger als 1 ha zu, da diese eher durch die umgebende Bebauung negativ beeinflusst werden. Allerdings unterscheiden sich hierbei auch kleinste Grünflächen und großvolumige Einzelbäume im Binnenklima thermisch von einer dichten Bebauung, insbesondere wenn dort noch schattige Plätze vorhanden sind, und bieten am Tage einen spürbar entlastenden Aufenthaltsort.



Baumbestandene Wiesenfläche im weitläufigen Volkspark Sterkrade. In Bezug auf die Temperaturregulierung des angrenzenden Umfeldes bewirkt diese Kombination aus Wiesenfreifläche sowie lockerer Baum- und Gehölzpflanzung eine optimale Förderung der nächtlichen Kühlung sowie eine Verminderung der Wärmebelastung im Tagesverlauf.

1.2.4 Stadtbäume als Sauerstoffproduzenten

Dass Bäume bei der Photosynthese Kohlenstoffdioxid aus der sie umgebenden Atmosphäre verzehren und dafür eine geringfügig reduzierte Menge an Sauerstoff ausstoßen, ist gärtnerisches Grundwissen. Genaue Zahlen, in welchem Umfang dieses geschieht, liegen nicht vor. Alle Zahlen zur Sauerstoffproduktion von Einzelbäumen beruhen auf Schätzungen, die zudem abhängig ist von einer Vielzahl unterschiedlicher Einflussfaktoren, so dass sich exakte Zahlen wohl nicht ermitteln lassen.

A. Bernatzky hat in seinem Buch *Baumkunde und Baumpflege* bei einer 100-jährigen freistehenden Buche eine äußere Blattfläche ermittelt, die zehn Mal größer ist, als die Bodenfläche innerhalb des Kronentraufes, um die enormen Leistungen eines einzelnen Baumes in Bezug auf den Verbrauch von Kohlenstoffdioxid und Sauerstoffproduktion plastisch darzustellen. Bernatzky geht hierbei von einer etwa 20 m hohen sowie 12 m im Kronendurchmesser großen, vitalen, freistehenden Buche aus. Mit mehr als 600.000 Blättern verzehnfacht sie ihre 120 qm² große Grundfläche auf 1.200 qm². Etwa 18 kg Kohlendioxid werden von einem solchen Baum an einem Sommertag verarbeitet und u.a. in 13 kg Sauerstoff umgewandelt. Gleichzeitig wird die Umgebungsluft angefeuchtet, da der Baum etwa 400 l Wasser verbraucht und verdunstet (Informationsbroschüre: Forum DIE GRUENE STADT: Ein Baum).

Die vorgenannten Zahlen beziehen sich hierbei auf einen Sonnentag bei voller, vitaler Belaubung. Bezogen auf ein gesamtes Jahr ergibt sich für einen ausgewachsenen, vitalen Laubbaum eine gemittelte Sauerstoffproduktionsleistung pro Tag von geschätzt vier bis fünf kg bei einem Verbrauch an Kohlenstoffdioxid von etwa sechs bis sieben kg. Unter Zugrundelegung dieser Zahlen kann man einem vitalen Baum hierbei eine Feinstaubfilterleistung von etwa 7.000 kg pro Jahr zuschreiben (Quellen u.a. gelsendienste.de, gartendatenbank.de,...).

Die Zahlen bzgl. der Sauerstoffproduktion eines einzelnen, vitalen Baumes sind insgesamt für sich genommen beeindruckend. Aber wirken sich einzelne Bäume, Baumgruppen oder Baumbestände einer innerstädtischen Parkanlage auf den Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft dieser Bäume aus?

Prof. Dr. R. Höster führt in seinem Buch: *Baumpflege und Baumschutz, Grundlagen, Diagnosen, Methoden* (Ulmer Verlag 1993) zur Sauerstoffproduktion von Stadtbäumen wie folgt aus: *kommt zu dem Ergebnis, dass die Sauerstoffproduktion der Stadtbäume für die Versorgung der Bevölkerung völlig unbedeutend ist, da u.a. der Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre auf Grund des gewaltigen Sauerstoffreservoirs weitestgehend konstant ist und selbst in Ballungsräumen im Winter keine Abnahme des Sauerstoffgehalts festgestellt werden konnte, obwohl durch Verbrennungsprozesse viel Sauerstoff verbraucht wird und keine Assimilation stattfindet.* Aus den vorgenannten Gründen empfiehlt Höster, die Sauerstoffproduktion bei der Nennung der Wohlfahrtswirkungen von Bäumen nicht in den Vordergrund zu stellen, zumal es eine Vielzahl von nachweislich positiven Wohlfahrtswirkungen von Stadtbäumen gibt, die unmittelbar auf das jeweilige Umfeld des Baumes einwirken.

In keiner dem Unterzeichner bekannten, neueren Veröffentlichung wird die Sauerstoffproduktion von Stadtbäumen als messbare Wohlfahrtswirkung herausgestellt, die bei einem Verlust des entsprechenden Baumes oder entsprechenden, stadttypischer Baumbestände zu einer messbaren Verringerung des Sauerstoffgehaltes der jeweiligen Umgebungsluft führen würde. In allen Veröffentlichungen stehen hierbei vor allem Feinstaubfilterfunktionen, Kühlungseffekte durch Verdunstung, Temperaturregulierung durch Beschattung, Windregulierung, visuelle Lärminderung sowie psychologische Effekte von Grünstrukturen im Vordergrund.

1.2.5 Lärminderung durch Stadtbäume

Neben der Feinstaubbelastung der Luft ist vor allem Lärm als eine gravierende Umweltbelastung für Bewohner nicht nur in Ballungszentren zu nennen. Über 60 % der Menschen empfinden Lärm, besonders Verkehrslärm, als massive Beeinträchtigung, der oftmals eine deutliche Einschränkung der Lebensqualität darstellt. Aus einer Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen ist bekannt, dass dauerhafter Lärm zu erheblichen physischen sowie psychischen Beeinträchtigungen führen kann. Die Hauptlärmquelle ist hierbei der Straßenlärm. Dieser gilt als die Ursache für mehr als zwei Drittel der Lärmstörungen. Die Dauerschallpegel werden im Straßenverkehr durch folgende wesentliche Faktoren bestimmt: *Emissionswerte aufgrund von Betriebszustand und Geschwindigkeit der Fahrzeuge sowie der Verkehrsdichte, das heißt Anzahl Fahrzeuge pro Stunde, des LKW-Anteils, des Belagszustandes der Straße und die angrenzende Bebauung.* Zu viel Lärm kann für Anwohner zu folgenden, gesundheitlichen Schäden und Beeinträchtigungen führen: *Gehörschäden, vegetative Störungen, Schlafstörungen und psychische Beeinträchtigungen.* Bei Dauerbelastungen mit Lärmpegeln über 65 Dezibel (dB) steigt nach aktuellen Untersuchungen das Herzinfarktrisiko deutlich an (www.uni-koblenz.de/~odsbcg/baeume97/blaerm.htm).

Was bedeutet nun Lärmschutz?

Unter dem Begriff Lärmschutz werden per Definition alle Maßnahmen gebündelt, die geeignet sind, Lärmbelastungen nachvollziehbar zu verringern. Mit Lärmschutz ist also die dauerhafte Minderung von Schall, der als Lärm empfunden wird, gemeint. Es gibt verschiedene Maßnahmen der Lärmverminderung. Die wichtigste und gebräuchlichste Form von Lärmschutz ist die Errichtung künstlicher Lärmschutzbauten, die die Ausbreitung des lärmverursachenden Schalls unterbinden sollen. Zu nennen wären hier u.a. Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle, Lärmschutztunnel und Schallschutzmauern. Solche Baukörper werden im Regelfall an stark befahrenen Straßen, Autobahnen sowie an Industrie- und Gewerbegebieten errichtet. Die maximal erreichbare

Schallpegelminderung solcher, im Regelfall sehr teurer, bandförmig aufgebauter Bauwerke liegt, je nach Konstruktion, bei ca. 20 - 40 dB.

Können Bäume aktiv zum Lärmschutz beitragen?

Die mögliche, messbare Lärminderung durch einzelne Bäume oder ein- bis zweireihige Alleen wird von vielen Experten als insgesamt sehr gering eingestuft. Als Beispiel mag hier eine Untersuchung der Universität Koblenz dienen, die bei Messreihen festgestellt hat, dass zur Erzielung der lärmindernden Wirkung eines zwei Meter hohen Lärmschutzwalles die Pflanzung eines höhenmäßig abgestuften Gehölzstreifens von **25 - 30 Metern** Breite erforderlich wäre, um eine vergleichbare Lärminderung wie bei dem Lärmschutzwall zu erzielen. Deutlich messbare, schalldämmende Effekte treten also erst bei Pflanzungen mit sehr großer Bewuchstiefe und -staffelung auf. Einzelne Bäume, Baumreihen oder Hecken bewirken, bezogen auf technische Lärmmessungen, jedoch nur eine geringe Lärmschutzminderung (www.uni-koblenz.de/~odsbcg/baeume97/blaerm.htm).

Gleichwohl muss einzelnen Baumreihen oder schmalen, dichten Gehölzpflanzungen oder Hecken eine lärmindernde Wirkung zugesprochen werden. Nach eingehenden Untersuchungen wird Verkehrslärm dauerhaft sehr viel mehr visuell als akustisch von den betroffenen Anwohnern wahrgenommen, so dass Bäumen damit eine wesentliche Bedeutung als visuell wahrnehmbare Sichtschutzpflanzung zukommt. Der Haupteffekt von Bewuchs entlang von Verkehrswegen und lärmintensiven Industrie- und Gewerbeanlagen liegt demnach eher im psychologischen Bereich, da Lärm, der nicht „gesehen“ wird, als weniger stark und belästigend empfunden wird, als bei einer optisch nicht abgeschirmten Lärmquelle.



Durch die zweireihige Platanenallee in der Lipperheidstraße in Oberhausen wird die Lärmquelle 'Straße' optisch abgeschirmt und so als weniger störend empfunden.

K. Kühne (Uni Koblenz, 1997) fasst die Ergebnisse seiner Untersuchungen bezüglich der Lärminderung durch Bäume und Gehölze in Ballungszentren wie folgt zusammen:

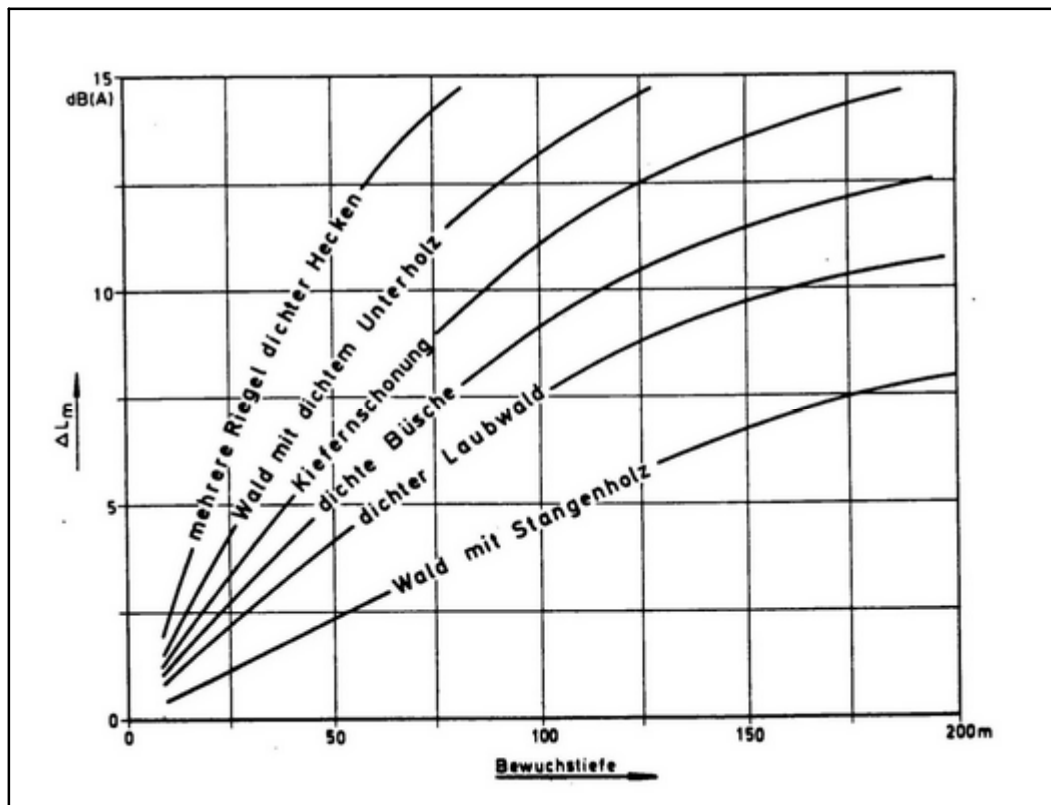
- *Die Lärmdämmung durch Grüngürtel ist stark frequenzabhängig. Die wesentlich belastenden und Lärmschwerhörigkeit erzeugenden hohen Frequenzen werden stärker gedämmt als tiefe Frequenzen. Wegen dieses Effekts führt bereits eine einfache Baumreihe entlang eines Verkehrsweges zu einer geringfügigen Lärminderung.*
- *Nadelbäume haben ihre stärkste pegelmindernde Wirkung bei Frequenzen zwischen 500 und 2000 Hz, Laubbäume zwischen 2000 und 8000 Hz. Um das ganze Jahr über wirksam zu sein, sollten nur Nadelbäume und Laubbäume eingesetzt werden, die ihre Belaubung auch im Winter behalten.*
- *In dicht bebauten Wohngebieten ist die Lärmbekämpfung durch einzeln stehende Bäume sehr gering. Neben ihrer Funktion zur Reinigung der Luft, sind sie jedoch auch hier zur Lärminderung von Nutzen, da sie das Auftreten des sogenannten Flatterechos, ein Hin- und Herschwingen des Schalls, zwischen den Häuserreihen verhindern.*
- *Neben den Bäumen sind auch Hecken im Einsatz gegen Lärmbelastung wirksam. Durch ihre dichte Strukturierung haben sie eine gute Dämmwirkung.*



Kombination aus zweireihiger Baumpflanzung sowie dichter Eibenhecke, die zukünftig eine visuell sehr wirksame Lärm-Abschirmung bewirkt. Die messbaren Lärminderungseffekte sind hierbei jedoch als gering einzustufen.

Bezogen auf die Möglichkeit der Lärminderung wird folgenden Bäumen und Gehölzen eine lärmdämmende Funktion beigemessen: *Acer pseudoplatanus, Populus x berolinensis, Tilia platyphyllos, Fagus sylvatica, Viburnum lantana, Viburnum rhytidophyllum, Syringa vulgaris, Ribes divaricatum* (Beck 1982). Die von Seiten Becks unterstellte Schallpegelminderung reicht hierbei bis 8 dB, unter der Voraussetzung

eines dicht geschlossenen Kronenmantels sowie eines dicht verzweigten Habitus des jeweiligen Gehölzes. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht anschaulich, dass eine deutliche Lärmpegelminderung erst bei größeren Wuchstiefen dicht gestaffelter Pflanzungen zu verzeichnen ist (BECK, G. 1982: Pflanzen als Mittel der Lärmbekämpfung. Patzer Verlag GmbH.).

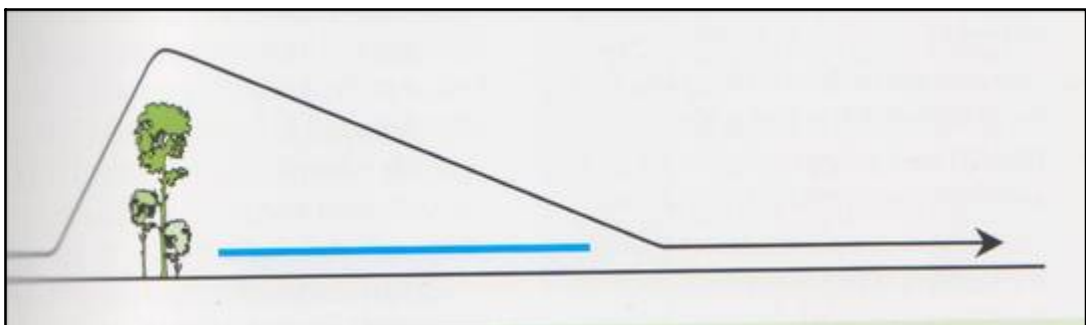


Da sich bei den untersuchten Baumpflanzungen im Stadtgebiet von Oberhausen keine dicht gestaffelten Baum- und Gehölzpflanzungen mit Breiten deutlich über zehn Metern befunden haben, wird im weiteren Verlauf des Gutachtens auf die explizite Nennung der Lärminderung als positiv zu bewertende, stadtklimatische Funktion verzichtet. Im Rahmen der vorangegangenen Ausführungen wurde nachvollziehbar dargestellt, dass Bäume und Baumreihen in Ballungszentren als visuelle Abschirmung zu Lärmquellen eine wichtige, psychologisch wirksame Funktion für die jeweiligen Anwohner übernehmen können und so dazu beitragen, dauerhaft erzeugten Verkehrslärm weniger stark wahrzunehmen.

1.2.6 Bäume als Windbremse

Die Wirkung von Baumreihen oder Alleen als Windbremse in innerstädtischen Straßenschluchten wird oftmals unterschätzt. Dabei können Bäume, Baumreihen und Baumgruppen den Wind lenken und zum Teil deutlich abbremsen. Hierdurch lassen sich "Kanalwirkung und Schluchtcharakter" einer Straße mildern oder sogar beheben. Ein weiterer, sehr wichtiger Faktor bei der Betrachtung der Funktion von Stadtbäumen als Windschutz ist, neben der Verringerung der Windgeschwindigkeit, die Veränderung der Luftturbulenzen, die helfen, das lokale Mikroklima zu verbessern. Dies geschieht, indem über Luftturbulenzen gewährleistet werden kann, dass die unmittelbare Umgebungsluft durch die feinstaubfilternden Kronen der Bäume hindurch geleitet und so eine Vermischung der verschiedenen Luftzonen ermöglicht wird. Diese Vermischung führt unmittelbar zu einer direkten Veränderung der Zusammensetzung des Mikroklimas im näheren Umfeld des jeweiligen Baumstandortes.

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht sehr anschaulich, wie eine abgestufte Baum- und Gehölzreihe auf das angrenzende Umfeld wirken und zu verringerten Windgeschwindigkeiten führen kann (Quelle: Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen in: Forum, die grüne Stadt, Informationsbroschüre, Seite 20 ff).



Luftströmung rings um eine mehr oder weniger offene Baumreihe. Der Wind kommt von links. Die Größe des geschützten Gebiets mit verringerter Windgeschwindigkeit ist farblich blau markiert. Das geschützte Gebiet ist 15 – 20 mal so lang wie die Höhe der Baumreihe.

Neben der Verringerung der Windgeschwindigkeit ist vor allem von Bedeutung, dass die Feinstaubkonzentration der durch die Baumreihe hindurchströmenden Luft im geschützten Bereich (blaue Markierung der Grafik) deutlich reduziert wird. Die Höhe der Reduzierung der Staubbelastungen bzw. die Intensität der Filterfunktionen der Gehölze in der Baumreihe ist hierbei jedoch abhängig vom Aufbau der Baumreihe, der Gehölzart sowie der Lage zur Hauptwindrichtung. Der Wissenschaftler J.P. Wesseling konnte nachweisen, dass in Windrichtung hinter der Vegetation mit zunehmender Porosität die Konzentration der Staubpartikel verschiedener Fraktionen signifikant sinkt. Bei dichten Beständen (geringe Porosität) dagegen zeigt sich eine Ansammlung von Staubpartikeln an der Lee – Seite, also nur eine geringe Filterleistung (TNO Report R 2004/283 in: Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen in: Forum, die grüne Stadt, Informationsbroschüre, Seite 22 ff).

Nach Wesseling lässt sich ab einer Porosität von 50 – 70% ein deutlicher Filterungseffekt feststellen, allerdings ist dann die Strömungsumlenkung auf Grund der Transparenz in der jeweiligen Krone verringert. So verfügt z.B. eine vitale Krone einer Gleditschie über eine hohe Porosität mit entsprechend erhöhter Filterkapazität der Belaubung. Ein auf der Leeseite tief abgeschleppte Platane dagegen weist eine deutlich verringerte Porosität mit entsprechend reduzierter Filterkapazität auf. Dafür sorgt die gleiche Platanenkrone, im Gegensatz zur Gleditschienkrone, für eine erhebliche Strömungsumlenkung.

Entscheidend ist daher die angedachte Funktion der jeweiligen Baumreihe oder Gehölzpflanzung. Möchte man eine hohe Feinstaubfilterleistung einer Baumreihe gewährleisten, ist eine hohe Porosität von enormer Bedeutung, die jedoch gleichzeitig nur eine geringe Strömungsumlenkung ermöglicht.

Baumpflanzungen, bei der die Schadstoff- und Staubfilterung im Vordergrund stehen, erfordern daher im Regelfall einen anderen Aufbau sowie Artenzusammensetzung, als Baumpflanzungen, bei denen der Windschutz sowie die Strömungsumlenkung im Vordergrund stehen. Gleiches gilt für Baumpflanzungen, bei denen die Lärminderung im Vordergrund steht. Auch hier reduziert sich die Fähigkeit der

Feinstaubfilterung der Grünstrukturen durch eine angestrebt reduzierte Porosität der jeweiligen Gehölzpflanzung.

In Einzelfällen kann der positive Aspekt der hohen Strömungsumlenkung oder Windbrechung gleichzeitig zu einer erheblichen Reduzierung der Filterleistungen der beteiligten Bäume führen. In Straßenzügen mit mehrstöckiger Bebauung, in denen hoch aufgeastete Großbäume stehen, bewirkt der Tunneleffekt (siehe hierzu auch Kapitel 1.2.2 Luftqualität: Bäume als Luftfilter) eine Unterströmung der ungereinigten Luft unter den Kronen der Bäume, die zur Feinstaubfilterung angestrebte Vermischung der verschiedenen Luftzonen kann nicht stattfinden. Um einen solchen Tunneleffekt zu vermeiden, sollten in Baumalleen oder Baumreihen, die in vergleichbaren Straßenzügen stehen, immer wieder Lücken vorgesehen werden, die einen Luftaustausch zulassen. Zudem kann der Luftaustausch durch eine erhöhte Porosität der Baumkronen gefördert werden.

Um eine möglichst hohe Filterleistung der Bäume zu erzielen, empfiehlt es sich, diese in Reihen senkrecht zur Strömungs- oder Windrichtung der belasteten Luft zu pflanzen und dieses Pflanzschema in der Umgebung zu wiederholen (Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen in: Forum, die grüne Stadt, Informationsbroschüre, Seite 26 ff).

Steht bei einer straßenbegleitenden Bepflanzung die Luftfilterung im Vordergrund, hat sich hierfür ein dreischichtiger Aufbau der Straßen begleitenden Vegetation aus einer rauen Krautschicht, einer lockeren Strauchschicht und einem nicht zu dichten Baumbestand mit entsprechend porösen Kronen als optimal heraus kristallisiert. Dieser Vegetationsaufbau gewährleistet, neben einer hohen Feinstaubfilterung, eine Strömungsumlenkung und damit eine, wenn auch reduzierte, Minderung der Windgeschwindigkeiten hinter dem jeweiligen Vegetationsstreifen.