

Método Hamburgo para la Poda de los Árboles –

Un esquema para la poda de árboles individuales

Dirk Dujesiefken y Horst Stobbe

Instituto de Arboricultura, Hamburgo, Alemania

Resumen: Los árboles en las zonas urbanas son podados por diferentes razones. Cada corte de poda provoca una herida, lo que lleva, al menos en la madera expuesta en la superficie de la herida, a la decoloración y descomposición. La extensión del defecto resultante depende del diámetro de la herida, la especie de árbol, época de la herida, tratamiento de la herida y por último, pero no menos importante, la unión de la rama con el tronco. Las consecuencias de los diferentes cortes de poda en los árboles urbanos han sido objeto de investigación en Hamburgo, Alemania, desde 1985. El estudio de 750 heridas de poda en diferentes especies de árboles urbanos típicos condujo al Método Hamburgo para la Poda (Hamburger Schnitt-Methode). El sistema se describe en este documento y se responde a las siguientes preguntas: ¿Cómo se deben suprimir las ramas con y sin cuello? ¿Cómo deben ser removidas las ramas muertas? ¿Cómo deben ser eliminadas las ramas con corteza incluida o tallos codominantes? ¿Cuáles son las diferencias entre las especies de árboles en respuesta a una lesión? ¿Cuál es el máximo tamaño de la herida que puede ser efectivamente compartimentada por el árbol?

Palabras clave: Arboricultura, poda, decoloración, descomposición, compartimentación

Introducción

Los árboles son podados por varias razones: en los bosques se podan para producir madera de alta calidad; en las zonas urbanas son podados, por ejemplo, por razones de seguridad para despejar a lo largo de las autopistas y líneas eléctricas de alta tensión. Mientras que estudios extensos sobre la poda de las coníferas han estado disponibles desde hace mucho tiempo (por ejemplo, Mayer-Wegelin de 1936, 1952), la primera investigación detallada sobre la poda de árboles caducifolios se llevó a cabo por Shigo y su personal (Shigo et al. 1978, 1979; Green et al 1981; Shigo 1984, 1989). En Alemania, los resultados se introdujeron por primera vez en una conferencia de arboricultura en 1984 causando inquietudes de confusión y protesta en los años ulteriores. Hasta ese momento, en Alemania, el corte a ras había sido considerado como el método correcto para suprimir una rama hasta el tronco. Desde entonces, la cuestión principal ha sido si el método alternativo de Shigo, de cortar al exterior del cuello de la rama, es mejor para el árbol que el corte a ras.

Debido a que una gran cantidad de ramas no tienen collar o tienen corteza incluida en la horcadura, se realizaron investigaciones posteriores acerca de las reacciones a las heridas después de la poda de ramas con diferentes inserciones en el tronco.

Este documento resume los resultados de un total de 750 heridas de poda y da recomendaciones para la práctica de la arboricultura.

Materiales y métodos

Un total de 750 heridas diferentes de poda fueron infligidas en 115 árboles urbanos de calles y parques (Dujesiefken y Liese 1988) para la comparación de diferentes lugares de corte. Las ramas estaban unidas de forma diferente al tronco, por ejemplo, con o sin collar de la rama y tallos codominantes, con y sin corteza incluida en la horcadura, pero sin brotes epicórmicos. Los árboles se diferenciaban poco en vigor, edad y daños existentes. La mayoría de los árboles tenían entre los 60-100 años de edad y crecían en sitios urbanos. Se incluyeron 15 maples (*Acer* spp.), 15 hayas (*Fagus sylvatica* L.), 25 encinos (15 *Quercus robur* L., 10 *Q. rubra* L.), 15 tilos (*Tilia* spp.), 10 álamos (*Populus × euramericana* [Dode] Guenier) y 15 castaños de Indias (*Aesculus hippocastanum* L.). Adicionalmente fueron podados 10 manzanos (*Malus* spp.) y 10 cerezos (*Prunus* spp.), los cuales tenían aproximadamente 20 años de edad.

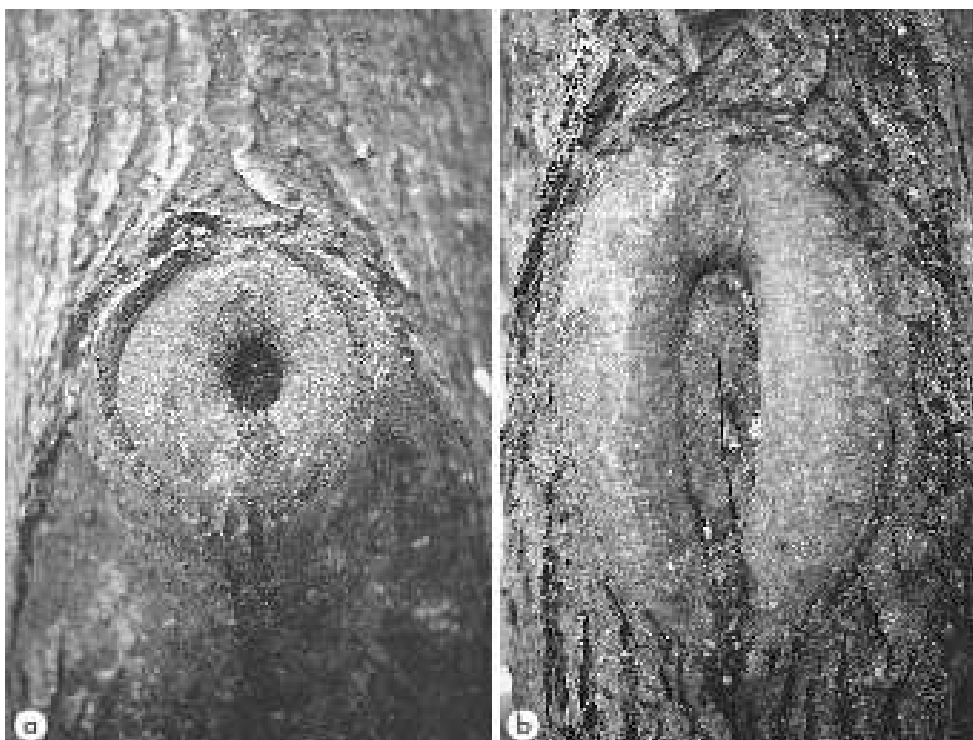


Fig. 1. a: *Tilia* spp., corte en el collar de la rama, formación del callo nueve años después de la poda.

b. *Tilia* spp., corte a ras, formación del callo nueve años después de la poda; la herida está menos cerrada que la del collar.

Un año después de la poda, se talaron cuatro árboles que tenían 44 heridas de poda para la disección en dirección radial con el fin de medir el área de la decoloración como un indicador de la compartimentación, la muerte regresiva del cambium en el margen inferior de la herida y el espesor del callo (Dujesiefken et al. 1988). Adicionalmente se registró la unión de la rama al tronco (por ejemplo, con o sin collar de la rama, con o sin corteza incluida). También se midió el diámetro de la rama (cm) y el tamaño de la herida (cm²) de acuerdo con la ubicación de corte. Después que las heridas reaccionaron, especialmente en los diferentes tipos de corte, se colectaron, compararon y analizaron estadísticamente los datos de tamaños de la herida y la unión de la rama al tronco. Cuatro años después de la poda, 64 árboles adicionales con 351 heridas de poda fueron investigados de la misma manera (Duje-Siefken 1991). Después de seis años, otras 268 heridas de poda de 37 árboles fueron analizadas. Nueve y diez años después se evaluó la compartimentación de la poda en 87 cortes diferentes de seis tilos y cuatro castaños de Indias (Dujesiefken et al. 1998; Stobbe et al. 1998). En el primer año del estudio, adicionalmente, un total de 60 ramas sin collar de maple, castaño de Indias, abedul (*Betula verrucosa* Ehrh.), carpinus (*Carpinus betulus* L.), encino y tilo (10 por especie) fueron reducidas a un muñón de 10 cm y se examinaron después de un año para responder a la pregunta de dónde se formaron las zonas de reacción (Dujesiefken 1991).

Resultados y discusión

¿Cómo cortar las ramas con y sin collar?

Los cortes a ras dejaron heridas dos o tres veces más grandes que las hechas en el collar de la rama. Los cortes a ras desarrollaron más tejido de callo en los bordes de la herida después de una temporada de crecimiento, pero el cierre de la herida fue más rápido en los cortes en el collar que en los cortes al ras debido a las heridas más pequeñas. Diez años después de la poda sólo las heridas pequeñas se cerraron completamente y la mayoría de las heridas de poda de más de 5 cm de diámetro todavía estaban abiertas (Fig. 1a y b).

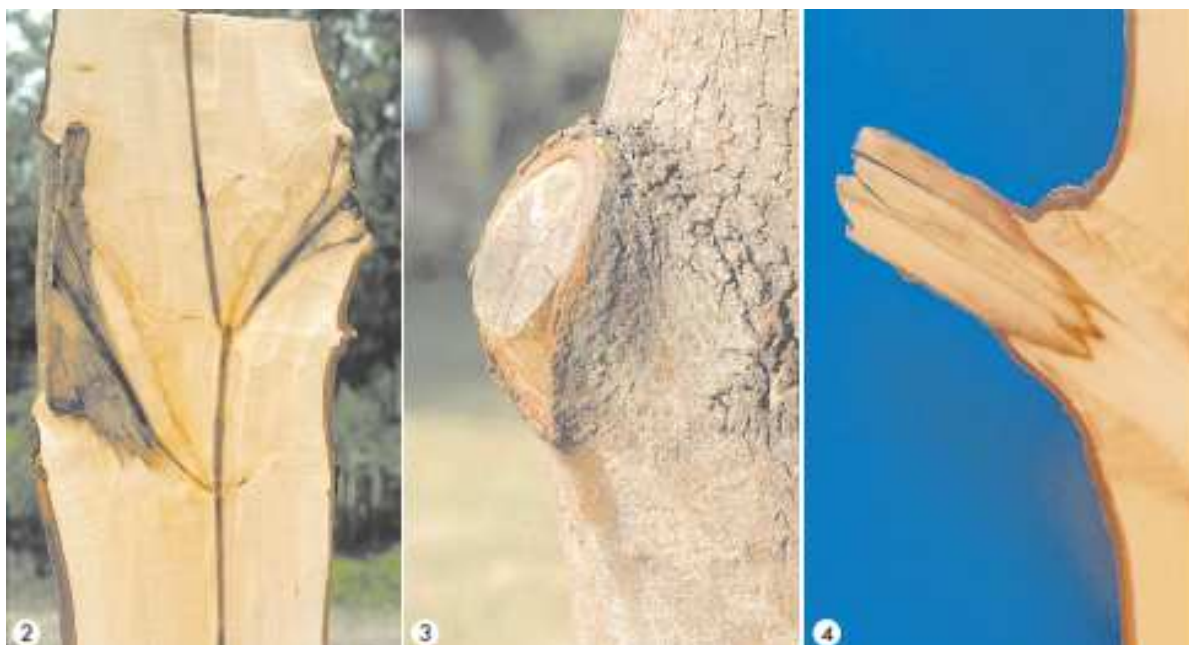


Fig. 2. *Aesculus hippocastanum* L., compartimentación de dos ramas de tamaño similar nueve años después de la poda, vista radial; izquierda: corte a ras con gran decoloración alcanzando profundamente dentro del tronco; derecha: pequeña decoloración después del corte en el collar, restringido aisladamente al área de la base de la rama.

Fig. 3. Heridas de poda inclinadas en ramas sin collar visible dejando muerte regresiva cambial en el margen inferior de la herida.

Fig. 4. Zona de reacción en forma de embudo en la base de la rama con collar, vista radial.

Fig. 5. Zona de reacción en forma de S formada un año después del corte en la base del muñón de una rama sin collar, vista radial.

Fig. 6. Una rama con corteza incluida usualmente no tiene collar y un reborde como costilla o cresta en lugar de la arruga de la corteza.



Adicionalmente, los cortes al ras dejaron mucha más decoloración en el tejido leñoso y causaron muerte regresiva cambial extendida en los bordes de la herida, en comparación con los cortes en el collar (Fig. 2).

Estos resultados confirman las recomendaciones de Shigo para la poda en el límite del collar de la rama (Shigo et al. 1978, 1979) y también son acordes con los hallazgos de Neely (1988).

Desde el inicio del estudio fue obvio que muchas ramas, especialmente en la parte superior de la copa, no tienen un collar y a veces adicionalmente tienen corteza incluida dentro de la horquilla. Si una rama sin collar fuese podada con un ángulo inclinado hacia el tallo, el cambium en el margen inferior morirá varios centímetros hacia abajo. Por lo tanto el tamaño de la herida aumenta y el margen inferior de la herida desarrolla madera muerta (Fig. 3). La madera de la herida creció sólo parcialmente sobre la superficie de corte, de modo que el cierre de la herida se hizo más lento.

También fue evidente, para todos los árboles en este estudio, que las ramas con collares normalmente formaron una zona de reacción en forma de embudo en la zona de abultamiento (Fig.4). La madera de la herida se desarrolló en el margen exterior del collar, donde la zona de reacción está en contacto con el cambium, lo cual está en consonancia con las conclusiones de Dujesiefken et al. 1991 y Eisner et al. 2002.

En las ramas sin un collar la forma de la zona de reacción fue diferente (Fig. 5). En lugar de un embudo se creó una zona de reacción en forma de S. En el lado superior de la rama la zona de reacción se formó cerca de la arruga de la corteza, como en los muñones con un collar, pero en el lado inferior la zona de reacción se cerró más cerca del tallo.

Los puntos donde las zonas de reacción se contactaron con el cambium sobre la parte superior y en el lado inferior de las bases de las ramas (Figura 4 y 5) muestran la ubicación de los cortes de poda: ramas con collar debe ser removidas fuera del hinchamiento en la base de la rama (sobre todo en un ángulo inclinado al tallo), y

las ramas sin collar deben ser eliminadas también fuera de la arruga de la corteza, pero con un corte más paralelo al tallo para evitar la formación de un muñón muerto en el margen inferior de la herida. Este último corte no es a ras, porque la arruga de la corteza de la rama permanece en el tallo, y el corte inferior es más afuera del tallo. La herida es mucho más pequeña que el corte al ras y de forma ovalada. El cambium en los bordes de la herida es abastecido con sustancias, por tanto el árbol puede blindar la herida directamente desde los bordes de la misma. Con este corte es posible una herida más pequeña y un mejor cierre de la misma. Este corte es también parte de la Guía de Poda Europea (1999).

¿Cómo cortar ramas muertas?

Las ramas muertas por lo general tienen un abultamiento de los tejidos vivos en la base - a modo de collar - formado por el tronco más que por la rama, el cual es invadido por diferentes hongos de descomposición de la madera (Butin y Kowalski, 1983a, b, 1986). Cerca del tronco, la descomposición de la madera en la rama seca es particularmente intensa y crea un punto de ruptura. Como son collares no se deben cortar cuando se podan las ramas vivas; tampoco las áreas abultadas de tejido vivo en las bases de ramas muertas deben ser eliminadas.

Por lo general, se observa compartimentación insuficiente solamente en el tronco de ramas gruesas muertas y en árboles menos vigorosos. En estos casos no se puede encontrar un collar visible ni una hinchazón en la base de la rama (Aufsess 1975). En estas ramas gruesas de madera muerta siempre se requieren vigilancia, sobre todo en los árboles de las zonas urbanas por razones de seguridad.

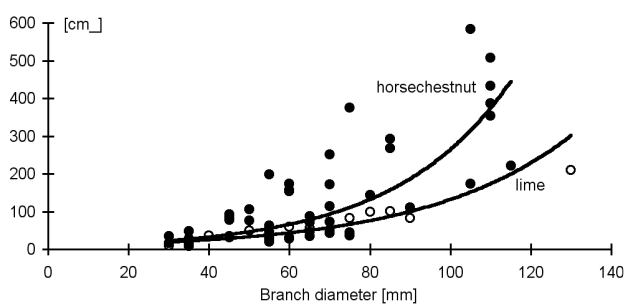


Fig. 7. *Tilia* spp. y *Aesculus hippocastanum* L., el área de decoloración del tronco depende del diámetro de la rama.

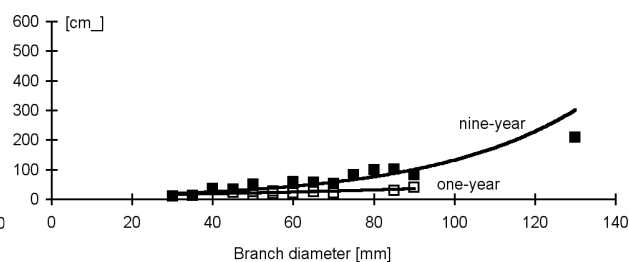


Fig. 8. *Tilia* spp., extensión de la decoloración en concordancia con el diámetro de la rama uno y nueve años después de la poda.

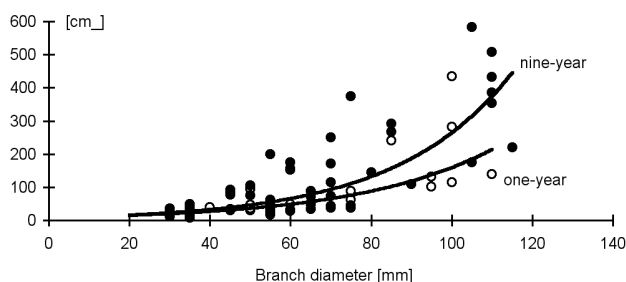


Fig. 9. *Aesculus hippocastanum* L., extensión de la decoloración en concordancia con el diámetro de la rama uno y nueve años después de la poda.

¿Cómo cortar ramas con corteza incluida o tallos codominantes?

La corteza incluida se produjo en casi en todas las especies de árboles, pero muy a menudo en *Fagus*, *Prunus* y *Tilia*, y se desarrolla con frecuencia en horquillas en forma de V y entre tallos codominantes (Fig. 6). La corteza incluida significa corteza interior y exterior que se forma entre la rama y el tronco. El cambium vascular crece hacia adentro y hacia afuera de la horquilla de la rama. La arruga de la corteza de la rama crece también hacia adentro y forma un reborde como costilla o cresta. Las ramas con corteza incluida en la horquilla están mal unidas al tallo y normalmente no tienen un collar visible. Tales ramas deberían ser eliminadas del árbol en una etapa temprana, por ejemplo en el vivero o mediante la poda formativa en el árbol joven. Ellas deben ser reducidas o cableadas cuando hay una ruptura en la unión.

Cuando las ramas con corteza incluida tengan que ser removidas, se deben podar afuera de la costilla o cresta y el corte debe ser recto para evitar la muerte regresiva en el margen inferior de la herida. La observación de cortes viejos mostró que a pesar de la poda apropiada no se formó madera en la parte superior de la herida, porque aquí el cambium está servido pobremente con sustancias nutritivas debido a la corteza incluida.

Los tallos codominantes ocurrieron también en todas las especies de árboles en este estudio, pero más a menudo en *Acer*, *Fraxinus* y *Tilia*. El desarrollo de tales tallos se debe evitar eliminando uno de ellos en una etapa temprana en el vivero o durante la poda formativa en el árbol joven. Si el diámetro de los tallos codominantes se hace demasiado grande, uno de ellos se debe reducir, no eliminar. Esta reducción disminuye la tasa de crecimiento en el tallo cortado, lo que ayuda a desarrollar una rama en lugar de un tallo codominante. Además, la herida de poda y la decoloración resultante estará lejos de la unión del tallo. Cuando se eliminan tales tallos el corte debe hacerse cerca del tallo remanente, afuera de la arruga de la corteza de la rama. Este resultado es acorde con otras recomendaciones (Shigo 1989; Guía Europea Poda de 1999; Gilman 2002).

Diferencias entre especies en cuanto a respuesta de la herida

Las diferentes uniones de las ramas, ya presentadas, ocurrieron en casi cada especie de árbol, por lo que este esquema se considera aplicable independientemente de las especies arbóreas y de sitio, la causa y el objetivo del tratamiento. Pero incluso la ubicación correcta del corte puede conducir a decoloración de largo alcance y descomposición en el interior del tronco. Los parámetros esenciales son el diámetro de la rama y la capacidad del árbol para compartimentar las heridas. Varias investigaciones sobre la compartimentación de las heridas similares en distintos árboles muestran que hay fuertes diferencias entre las especies de árboles (por ejemplo, Lenz y Oswald, 1971; Shortle 1979; Bauch et al 1980). En general existen dos grupos de árboles en cuanto a compartimentación (Dujesiefken 1991). Géneros de compartimentación débil son por ejemplo *Aesculus*, *Betula*,

Malus, Populus, Prunus, y Salix. En comparación, géneros de compartimentación eficaz son, por ejemplo, *Carpinus, Fagus, Quercus, y Tilia.*

Adicionalmente, los mecanismos de la compartimentación de los árboles deciduos dependen de la actividad fisiológica de las células del parénquima, así como de la disponibilidad de material almacenado. Por esta razón los períodos estacionales también tienen una influencia en las reacciones de heridas de los árboles. Esto no solo afecta la expansión de la decoloración de la madera, sino también en la muerte regresiva del cambium y la formación de callo en el margen de la herida (Dujesiefken y Liese 1990; Dujesiefken 1991; Liese y Dujesiefken 1996).

Tamaño máximo de la herida que puede ser efectivamente compartimentado

El tamaño de una herida depende del diámetro de la rama removida, así como en la localización del corte (Dujesiefken et al 1988; Stobbe et al 1998). Castaño y tilo han demostrado un aumento exponencial de la decoloración a mayor diámetro de la rama (Fig. 7). Castaño de Indias es un compartimentador débil y las

ramas podadas con un diámetro similar dejaron una decoloración más extensa en comparación con el tilo. La decoloración de las heridas de poda de nueve años de edad, de ambas especies de árboles, fue más grande que las heridas de un año de edad (Fig.8-9).



Fig. 10. *Aesculus hippocastanum* L., dos grandes heridas de poda con decoloración profunda en el tronco.

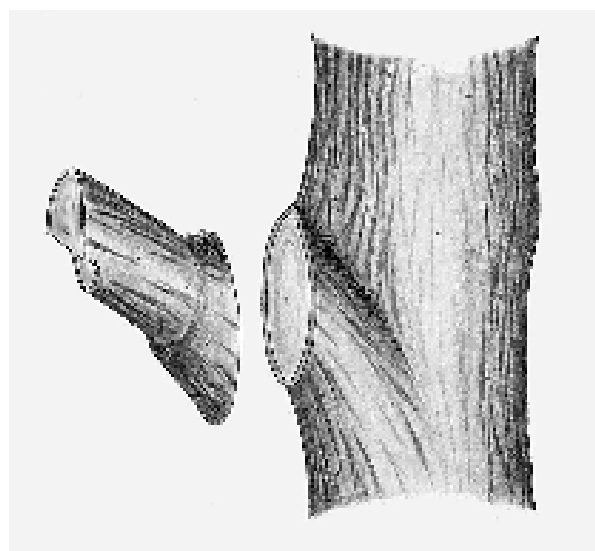


Fig. 11. Poda incorrecta: las cortas a ras dejan grandes heridas con decoloración vasta y deben ser omitidas; Ilustración: Gunnar Kleist.

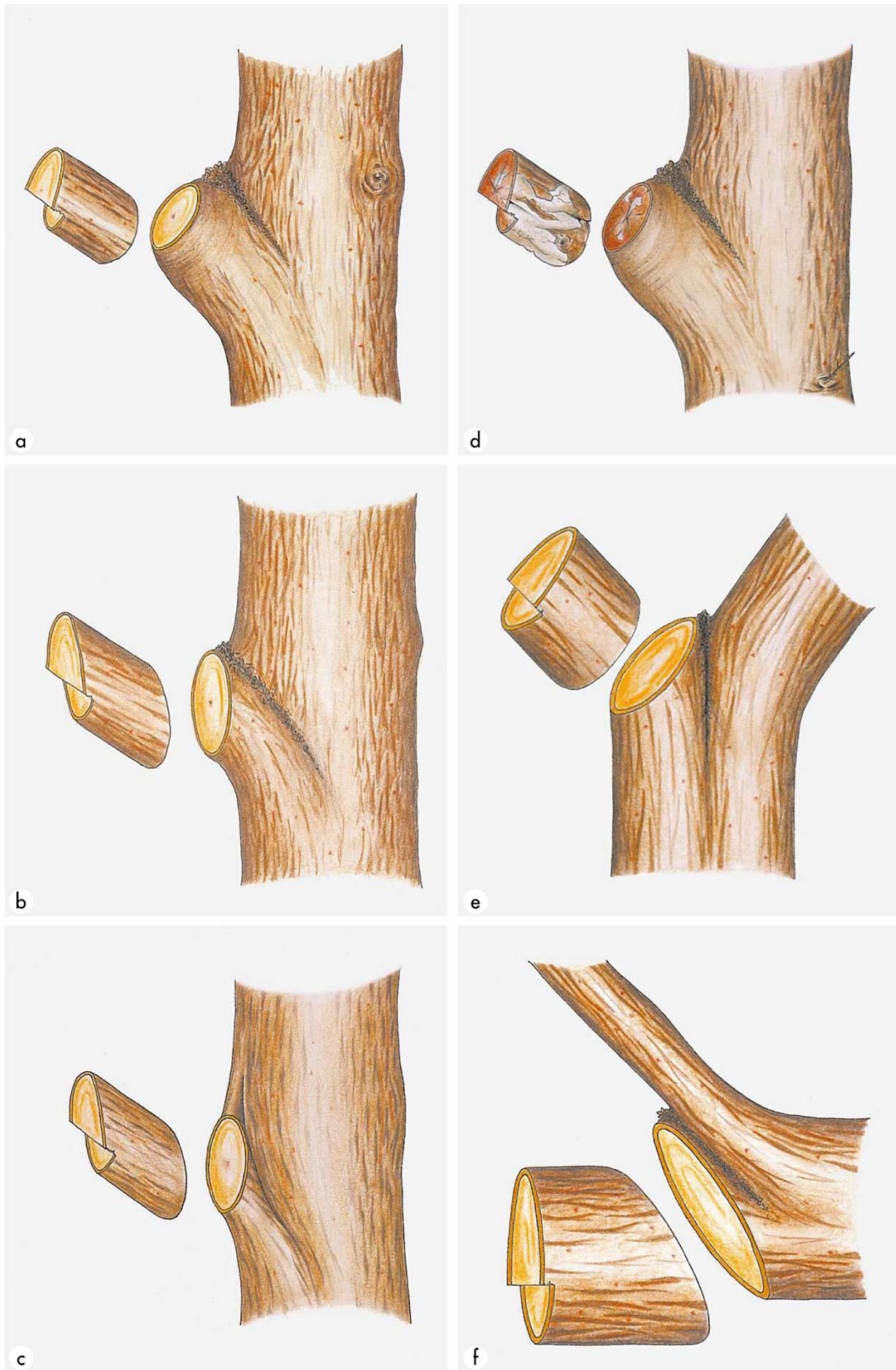


Fig. 12a-f. Método Hamburgo para la Poda. **a:** El collar de rama debe permanecer en el tronco ya que pertenece al tejido del mismo. El corte debe ser inclinado hacia abajo, afuera de la arruga de la corteza, de acuerdo a la forma del collar; **b:** Las ramas sin un collar deben ser podadas afuera de la arruga de la corteza y el corte debe ser recto para evitar muerte descendente del cambium; **c:** Las ramas con corteza incluida deben ser podadas afuera de los rebordes y el corte debe ser recto. A pesar de la poda apropiada es posible que no haya crecimiento cambial en la parte superior de la herida; debido a la corteza incluida el cambium en esta dirección está mal suministrado con asimilados; **d:** Poda de ramas muertas: la hinchazón distintiva en la base de la rama debe permanecer cuando se poda; **e:** Tallos codominantes con más de 5 ó 10 cm de diámetro solo deben ser parcialmente reducidos, en lugar de eliminarlos completamente. Si la remoción es inevitable el corte debe realizarse afuera de arruga de la corteza y a menudo el cambium en el lado inferior de la herida muere varios centímetros, debido a que no puede ser provisto con asimilados; **f:** Para la poda de una rama lateral (reducción, en este caso a un lado) el corte debe hacerse afuera de la arruga de la corteza. Ilustración: Gunnar Kleist.

Hubo poca diferencia en el área de decoloración cuando se compararon las heridas pequeñas de uno y nueve años de edad. Las diferencias en tejido decolorado incrementaron con el aumento del diámetro de la rama.

La causa esencial es probablemente la edad del tejido herido. Pequeñas heridas de poda sólo dañan los tejidos más jóvenes, es decir, el incremento de los últimos años, los cuales contienen células activas de parénquima con la mayor cantidad de energía de reserva. Los cortes grandes lesionan también el tejido viejo en el centro del tronco, que no puede reaccionar tan eficazmente. La decoloración en el centro de la herida llega más lejos en el tronco que en la periferia de la herida y la compartimentación del tejido más viejo cerca de la médula parece ser más débil que la reacción del tejido joven.

La zona de reacción formada inmediatamente después de la lesión puede ser penetrada por microorganismos después de varios años, lo que resulta en una nueva decoloración que rodea la madera decolorada inicialmente (Dujesiefken et al 1998; Stobbe et al. 1999a; fig. 10). Las zonas de reacción penetradas también se han descrito para el fresno, haya y castaño de Indias (Pearce 1991) y otros árboles deciduos (Schwarze et al. 2000) en el contexto de diferentes hongos descomponedores de la madera interior.

En este estudio, todas las heridas de poda con un diámetro menor de 5 cm fueron compartimentadas con eficacia. Los árboles con fuerte compartimentación también reaccionaron en forma similar en cortes con un diámetro de hasta 10 cm. En todas las especies las heridas más grandes pueden llevar a la decoloración y descomposición en el tronco (Dujesiefken 1991).

Método Hamburgo para la Poda de los Árboles

Para determinar el mejor corte para una reacción de herida óptima se deben considerar las especies de árboles y el patrón de ramificación. Como resultado de esta investigación, el Método Hamburgo para la Poda de los Árboles fue desarrollado y por primera vez introducido como "Hamburger Schnittmethode" en una conferencia de arboricultura en Heidelberg, Alemania, en mayo de 1989 (Dujesiefken 1991).

Desde 1992 el sistema ha sido integrado en las reglas y regulaciones alemanas para los métodos de cuidado de árboles (ZTV-Baumpflege). Las nuevas recomendaciones para las ramas sin collar son también parte de la Guía

de Poda Europea (1999). De acuerdo a la unión de la rama con el tronco el corte debe estar afuera del tejido del tronco o tallo de manera que la arruga de la corteza no sea dañada y permanezca en el tronco. Los cortes a ras tienen que ser evitados. Este esquema para mantenimiento del árbol se presenta en las figuras 11 y 12 a-f.

Independientemente de la época del año y las especies de árboles, por lo general, se puede decir que la poda radical de árboles, por ejemplo una eliminación drástica de partes de la corona o copas completas, no debería ser una práctica común. Si es posible, ramas mayores de 5 cm de diámetro de los árboles de débil compartimentación, y de 10 cm en los de fuerte compartimentación, sólo deben reducirse parcialmente en lugar de eliminarse por completo. Lo mismo se aplica para los tallos múltiples. En algunos casos la instalación de un sistema de reforzamiento de la copa puede hacer seguro un árbol peligroso, sin necesidad de corte (Stobbe et al, 1999b; Lesnino et al 2000). Para la práctica arboricultural es necesario también información acerca de la arquitectura de la copa, especialmente para la formación de los árboles jóvenes y la restauración de la copa de los árboles maduros (Drénou 1999; Pfisterer 1999; Roloff 2001; Gilman 2002). De todos modos, la poda de árboles es mejor llevarla a cabo en una fase temprana y de acuerdo al esquema ya indicado.

Literature

- Aufsess H v (1975) Über die Bildung einer Schutzsperre an der Astbasis von Laub- und Nadelbäumen und ihre Wirkung auf das Eindringen von Pilzen in das Kernholz lebender Bäume. Forstwissenschaftliches Centralblatt 94: 140–152.
- Butin H & Kowalski T (1983a) Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen. II. Die Pilzflora der Stieleiche (*Quercus robur*). European Journal of Forest Pathology 13: 428–439.
- Butin H & Kowalski T (1983b) Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen. I. Die Pilzflora der Buche (*Fagus sylvatica*). European Journal of Forest Pathology 13: 322–334.
- Butin H & Kowalski T (1986) Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen. III. Die Pilzflora von Ahorn, Erle, Birke, Hainbuche und Esche. European Journal of Forest Pathology 16: 129–138.
- Bauch J, Shigo AL & Starck M (1980) Wound effects in the xylem of *Acer* and *Betula* species. Holzforschung 34: 153–160.
- Drénou C (1999) La taille des arbres d'ornement. Du pourquoi au comment. IDF édition, Paris.
- Dujesiefken D (1991) Der Kronenschnitt in der Baumpflege. Neue Landschaft 36: 27–31.
- Dujesiefken D & Liese W (1988) Holzbiologisches Untersuchungsprogramm zu Methoden der Baumpflege. Gartenamt 37: 618–622.
- Dujesiefken D & Liese W (1990) Einfluß der Verletzungszeit auf die Wundheilung bei Buche (*Fagus sylvatica* L.). Holz als Roh- und Werkstoff 48: 95–99.
- Dujesiefken D, Kowol T & Liese W (1988) Vergleich der Schnittführung bei Astung von Linde und Roßkastanie. Allgemeine Forstzeitschrift 43: 331–332+336.
- Dujesiefken D, Peylo A & Liese W (1991) Einfluß der Verletzungszeit auf die Wundreaktionen verschiedener Laubbäume und der Fichte. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110: 371–380.
- Dujesiefken D, Stobbe H & Eckstein D (1998) Langzeitwirkungen von Astungen im Holz von Linde und Roßkastanie. Forstwissenschaftliches Centralblatt 117: 305–315.
- Eisner NJ, Gilman EF & Grabosky JC (2002) Branch morphology impacts compartmentalization of pruning wounds. Journal of Arboriculture 28: 99–105.
- European Tree Pruning Guide (1999) European Arboricultural Council (EAC). Tree Advice Trust, Forest Research Station, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Nr Farnham, Surrey GU104LH.
- Gilman EF (2002) Illustrated guide to pruning. Trees for urban and suburban landscapes. Second edition, Delmar Publishers, New York.
- Green DJ, Shortle WC & Shigo AL (1981) Compartmentalization of discolored and decayed wood in red maple branch stubs. Forest Science 27: 519–522.
- Lenz O & Oswald K (1971) Über Schäden durch Bohrspanentnahme an Fichte Tanne und Buche. Mitteilungen der Urban For. Urban Green. 1(2002)

- Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen
47, Heft 1.
- Lesnino G, Brudi E & Spieß C (2000) Kronensicherung mit dem cobra-System – Erfolgskontrolle nach fünf Jahren Einsatzdauer. In: Jahrbuch der Baumpflege 2000 (eds Dujesiefken D & Kockerbeck P): 111–118. Thalacker Medien, Braunschweig.
- Liese W & Dujesiefken D (1996) Wound reactions of trees. In: Forest Trees and Palms: Diseases and Control (eds SP Raychaudhuri & K Maramorosch): 21–35. Science Publishers, Lebanon, New Hampshire.
- Mayer-Wegelin H (1936) Ästung. Schaper-Verlag, Hannover. Mayer-Wegelin H (1952) Das Aufästen der Waldbäume. 3. edition, Schaper-Verlag, Hannover.
- Neely D (1988) Closure of branch pruning wounds with conventional and “Shigo” cuts. *Journal of Arboriculture* 14: 261–264.
- Pearce RB (1991) Reaction zone relics and the dynamics of fungal spread in the xylem of woody angiosperms. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 20: 275–289.
- Pfisterer JA (1999) Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Roloff A (2001) Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Schwarze FWMR, Engels J & Mattheck C (2000) Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer-Verlag, Berlin.
- Shigo AL (1984) Compartmentalization: A conceptual framework for understanding how trees grow and defend themselves. *Annual Review of Phytopathology* 22: 189–214.
- Shigo AL (1989) Tree pruning. A world-wide photo guide. Shigo and Trees, Associates, Durham, New Hampshire.
- Shigo AL, Rogers NF, McGinnes EA & Funk DT (1978) Black Walnut on Kansas Strip Mine Spoils: Some Observations 25 years after Pruning. Forest Service Research Paper NE-393, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall.
- Shigo AL, McGinnes EA, Funk DT & Rogers NF (1979) International defects associated with pruned and non-pruned branch stubs in Black Walnut. Forest Service Research Paper NE-440, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall.
- Shortle WC (1979) Compartmentalization of decay in red maple and hybrid poplar trees. *Phytopathology* 69: 410–413.
- Stobbe H, Dujesiefken D & Kleist G (1998) Die Hamburger Schnittmethode – Grundlagen und neue Erkenntnisse. In: Jahrbuch der Baumpflege 1998 (eds D Dujesiefken & P Kockerbeck): 184–193. Thalacker Medien, Braunschweig.
- Stobbe H, Dujesiefken D & Schmitt U (1999a) Zur Dynamik der Wundreaktion nach Astung bei Roßkastanie. In: Jahrbuch der Baumpflege 1999 (eds D Dujesiefken & P Kockerbeck): 222–226. Thalacker Medien, Braunschweig.
- Stobbe H, Dujesiefken D & Schröder K (1999b) Tree Crown Stabilization With The Double Belt “System Osnabrück”. *Journal of Arboriculture* 25: 270–274.
- ZTV – BAUMPFLEGE (1992) Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege und Baumsanierung. 2. edition Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung – Landschaftsbau e.V. (FLL), Bonn.