

Beitrag von Dr. Hans-Sepp Walker anlässlich der IG Nuss-Exkursion 2020 zum Thema Hybridnussbäume

Vieles über Hybridnussbäume ist bekannt und publiziert wie Erkennungsmerkmale, Anzahl Fiederblätter, Heterosiseffekt, Frühblühigkeit, Wachstumsanforderungen, Krankheitsanfälligkeit und mehr. Darüber will ich nicht berichten, sondern über Aspekte, die weniger bekannt sind nämlich:

- Botanische Abgrenzung von *Juglans regia* zu andern *Juglans*-Arten;
- Querschnitte durch die Nüsse;
- Querschnitte durch Nüsse von Hybridgenerationen (Nachkommen);
- Etwas zur Genetik und den Auswirkungen davon auf die Eigenschaften;
- Wurzelsysteme verschiedener Nussbaumarten

1. Botanische Abgrenzung von *Juglans regia* zu anderen *Juglans*-Arten und Hybriden.

Eric Germain arbeitete zwischen 1960 und 1990 bei der INRA in Bordeaux. Er engagierte sich für die Walnusszüchtung und Kreuzungen zur Nussproduktion in Frankreich. Er hat die Nussbaumhybridforschung in Gang gebracht und gefördert. Er hat zusammen mit einer Gruppe, bei der auch J. Becquey und J. Payre mitgearbeitet haben, die drei französischen Hybriden MJ209, NG23 und NG 38 selektioniert und deren Produktion in Baumschulen in Gang gebracht. Er hat das Standardwerk « Le noyer » 1999 geschrieben und er war wesentlich beteiligt an der Schaffung des Arboretums der Nussbäume in Bordeaux, das heute nur noch auf Sparflamme betrieben wird. Er war ein ausserordentlicher Kenner der botanischen Systematik der Nussbaumgewächse. Bernhard Mettendorf hatte das Glück, Herrn Germain persönlich zu kennen und zu treffen.

In seinem Buch *Le noyer*, S. 65 hat er eine kurze, aber präzise botanische Systematik aufgestellt. Im ersten Schritt des dichotomen Schlüssels grenzt er die Walnuss *Juglans regia* L von allen anderen *Juglans*-Arten wie folgt ab:

1. Blätter meistens mit 7 bis 9 Fiederblättern, nicht oder wenig gezähnt, unbehaart; Nuss mit dünner Holzschale und dünnen Primär- und Sekundär-Trennwänden, ohne Lakunen; grüne Schale aufspringend. *Juglans regia*
2. Blätter meistens mit 9 bis 23 Fiederblättern, gezähnt; Nuss mit dicker Holzschale mit Lakunen; dicke, harte Trennwände mit Lakunen; grüne Schale nicht aufspringend. *Juglans microcarpa, major, nigra, cinerea, mandshurica, sieboldiana* und andere.



Mittenquerschnitte: links Walnuss, rechts Schwarznuss; Nahtebenen senkrecht im Bild.

Die Querschnitte durch die Nüsse und insbesondere das Vorhandensein oder nicht von Lakunen in den Trennwänden und den Holzschalen sind wichtige Unterscheidungsmerkmale von *J. regia*, gegenüber andern *Juglans*-Arten und Hybriden. *J. regia* zeichnet sich aus durch dünne Holzschalen und Trennwände. Alle anderen Arten haben dicke Holzschalen und Lakunen. Lakunen sind eine Art Röhren mit starken Wänden und Hohlräumen, ähnlich wie Knochen. Die Hohlräume sind mit weichem Bindegewebe gefüllt. Das Bindegewebe schrumpft bis auf kleine Reste beim Trocknen der Nuss. Die Lakunen können verschiedene Grössen und Formen haben. Ich habe keine Informationen gefunden zur Funktion der Lakunen.

2. Querschnitte durch die Nüsse:

Zu den Querschnitten durch Nüsse braucht es eine Präzisierung:

Die Querschnitte durch eine Nuss sind verschieden, je nachdem, ob sie durch den basalen Teil der Nuss, durch die Mitte oder den apikalen Teil der Nuss geführt werden. Insbesondere sind auch die Lakunen nicht überall gleich gut zu sehen. Als Beispiel werden hier die Querschnitte durch eine Schwarznuss abgebildet und kommentiert:



Querschnitte durch Schwarznuß. Die Nahtebenen sind bei allen drei Abbildungen vertikal.

- Linke Abbildung: durch basalen Teil
- Mittlere Abbildung: durch Nussmitte
- Rechte Abbildung: durch apikalen Teil

2.1. Querschnitt durch den basalen Teil der Schwarznuß

- Die **Dorsalnaht** ist bei der Schwarznuß viel weniger stark ausgebildet als bei der Walnuß. Es ist außen an der Schale keine Wulstnaht zu sehen wie bei der Walnuß.
- Die **Primärscheidewand** (im Bild horizontal) die rechtwinklig zur Dorsalnaht steht, steigt von der Basis der Nuß bis fast an die Spitze der Nuß auf.
- Die **Sekundärscheidewand** (im Bild vertikal) liegt in der Ebene der Dorsalnaht. Sie ist beim basalen Querschnitt durch die Schwarznuß stark ausgebildet. Bei gewissen Sorten ist die Sekundärwand nur rudimentär ausgebildet oder fehlt ganz. Bei andern Sorten steigt sie bis auf halbe Höhe der Nuß auf wie hier bei der Schwarznuß.
- Der basale Querschnitt durch die Schwarznuß zeigt **vier Kernlogen**, welche durch die Scheidewände gebildet werden.

2.2. Querschnitt durch die Mitte der Schwarznuß

- Zur **Dorsalnaht** gleiche Bemerkung wie beim Querschnitt durch den basalen Querschnitt.
- Es ist nur die **Hauptscheidewand** sichtbar. Diese zeigt zwei schlitzförmige Lakunen. Die Sekundärscheidewand fehlt beim Querschnitt durch die Mitte.
- Ausgeprägt sind die **vier Lakunen in der Holzschale**. Bei anderen Arten z. B. bei *J. cinerea* sind die Lakunen deutlich grösser, bei anderen Arten oder bei den Folgegenerationen von Hybriden können die Lakunen auch kleiner sein.
- Die **zwei Kernlogen** sind beim Mittelquerschnitt relativ gross.

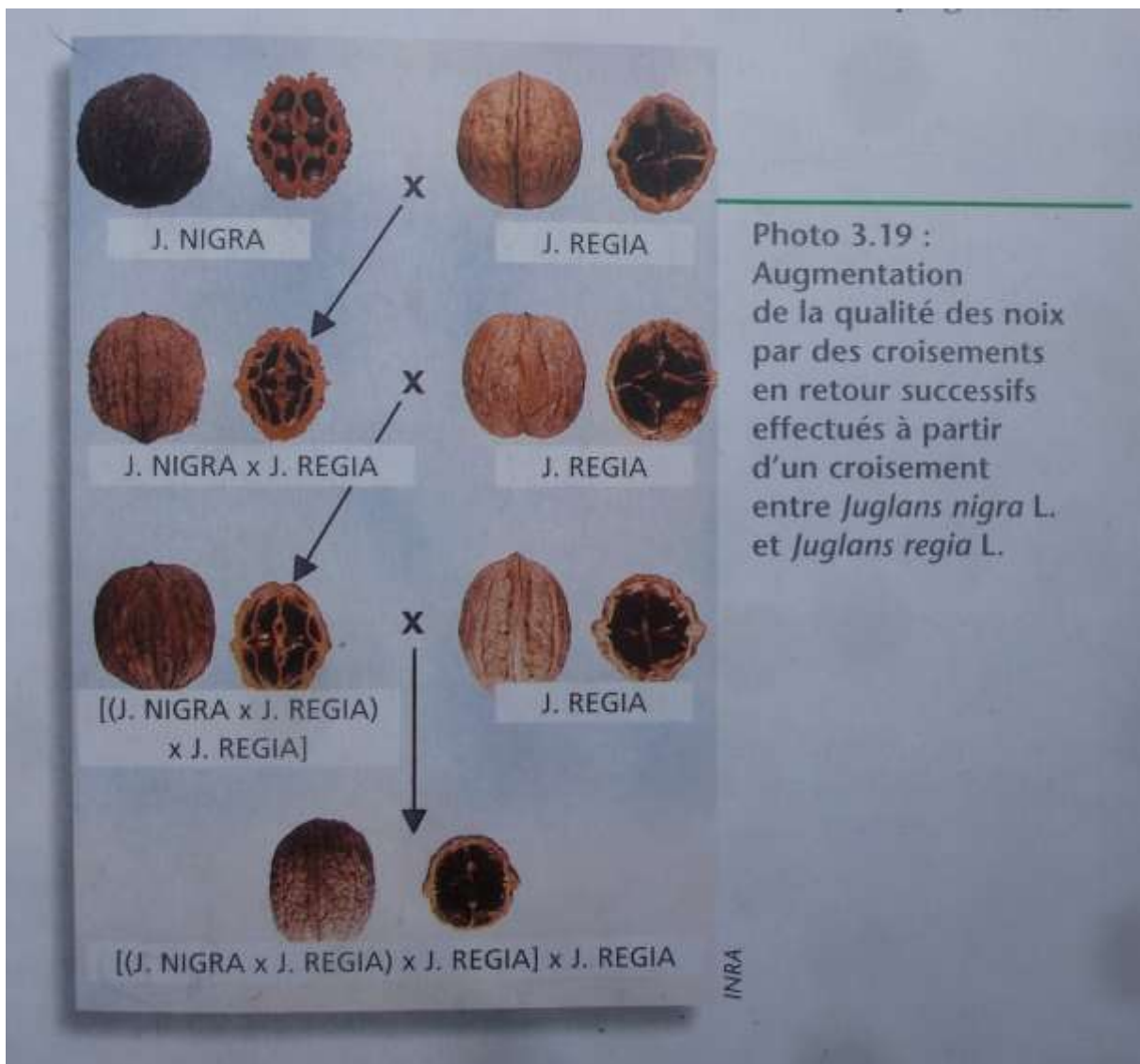
2.3. Querschnitt durch die Spitze der Schwarznuß

- Zur **Dorsalnaht** gleiche Bemerkung wie beim Querschnitt durch den basalen Querschnitt.

- In der **schlitzförmigen Kernloge**, die in der Dorsalnahtebene liegt, in der Abbildung vertikal, befindet sich der schildförmige Spitz des Nusskernes. Zwischen den beiden Kernhälften liegt die 2 bis 4 mm kleine Embryoachse. Aus letzterer wachsen beim Keimen die Wurzel und der Trieb. Diese sprengen die Holzschale an der Spitze.
- Je nach Schnitt sind **Lakunen** in der Holzschale sichtbar.

3. Querschnitte durch Nüsse von Hybridgenerationen (Nachkommen)

Zur Illustration sei das Photo 3.19 S. 101 aus dem Buch *Le noyer* von Germain aufgeführt. Das Foto gehört zu einem Abschnitt, bei dem es darum ging, durch wiederholte Einkreuzung von *J. regia*, Nachkommen zu bekommen, die gegen das Cherry leaf rol Virus resistent sind. Ich brauche das Foto um zu zeigen, wie die Nüsse und Nussquerschnitte von Eltern und Folgegenerationen aussehen.



Wenn man die Querschnitte durch Nüsse der Elternteile von üblichen französischen Hybriden (mit *J. nigra* als Mutter und *J. regia* als Vater (Pollenspender) einerseits und der Folgegenerationen (Rückkreuzungen) andererseits anschaut, sieht man im Detail:

1. Bei der Mutter, hier die Schwarznuss, sind dicke Holzschalen mit Lakunen und die Hauptscheidewand mit Lakunen zu sehen sowie die arttypischen Oberflächenstrukturen der Schwarznuss mit mehr oder weniger ausgeprägten Kreten und Tälern.
2. Beim Vater (*J. regia*), dem Pollenspender gibt es dünne Holzschalen und Trennwände **ohne** Lakunen sowie die flache Oberflächenstruktur der Walnuss.
3. Die befruchteten und unbefruchteten Nüsse der hybridogenen Schwarznuss (im obigen Foto nicht abgebildet) sehen äusserlich gleich aus wie eine Schwarznuss.
4. Die Nüsse von Hybridnussbäumen also der F1-Generation (im Bild J.NIGRA X J. REGIA) haben eine andere Form als die der Eltern. Früher hat man immer wieder gehört, dass diese Nüsse steril sind und nicht befruchtet werden können. Das stimmt eindeutig nicht.
5. Bei den Folgegenerationen F2, F3 usw. können die Formen entsprechend dem abnehmenden prozentualen Anteil an Schwarznuss und dem zunehmenden Anteil an Walnuss variieren.

Die Kreuzungen von verschiedenen 'Nichtregia-Arten' unter einander zu Hybriden oder mit unüblicher Geschlechterverteilung, wenn die Walnuss die Mutter ist, ergeben sehr unterschiedliche Querschnittsbilder.

Hier ein Querschnitt durch eine Hybridnuss des F2-Hybridnussbaumes im Arboretum in Aubonne.



Nach Angaben des Arboretums ist der Baum ein Nachkomme des riesigen F1-Hybridnussbaumes von Meinier bei Genf. Wenn man annimmt, dass der Hybridnussbaum in Meinier ein Hybridnussbaum erster Generation von Schwarznuss als Mutter und von irgendeiner unbekanntem Walnuss als Vater ist, wäre der Aubonne-Hybridnussbaum eine Rückkreuzung mit *J. regia*. Er hätte dann nur noch 25 % Schwarznussgene und 75 % Walnussgene. Die Blätter dieses Baumes gleichen sehr stark Walnussblättern. Die Nüsse davon sind dickschalig, mit Lakunen, eher klein, mit homogenem Aussehen und gut keimfähig. Sie können wieder befruchtet sein oder nicht. Ich habe 50 dieser Nüsse ausgesät. Etwa 90 % haben gekeimt. Die Sämlinge waren sehr homogen im Wachstum und eher klein. Ich habe sie als Unterlagen für Veredelungen verwendet. Nüsse vom Hybridnussbaum von Aubonne sind auch auf der Versuchsfläche der IG Nuss bei Gaggenau ? ausgesät worden. Wenn ich mich richtig erinnere, ist das Wachstum dieser zweiten Rückkreuzung sehr, sehr unterschiedlich, einige wenige sehr stark, einige mittelstark und die meisten sehr klein. Sie haben wahrscheinlich nur noch 12,5 % Schwarznussgene. Bei den viele Annahmen, die man machen muss, wird es schwierig, die Verwandtschaftssituation zu kennen. Die NG23 und die NG38 F1-Hybriden von Payre haben dagegen ein sehr homogenes Wachstum auf der Versuchsfläche.

Ergänzung von Andreas Meier-Dinkel zur wissenschaftlichen Nomenklatur von Hybridnussbäumen nach dem International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP): "*The order of the names in a hybrid formula may be either alphabetical (as in this Code) or, when the female parent is known, with the name of the female parent first.*"

Hier ein Übungsbeispiel vom Baum 920 von Obfelden «Dachigam»:



In den beiden mittleren Querschnitten durch die Nussmitte sind Lakunen in der Sekundärscheidewand sowie vier Lakunen in der Holzschale und zwei Kernlogen zu sehen. Auf dem zweitletzten Querschnitt von links gerechnet durch den basalen Teil der Nuss sind die vier Kernlogen sowie die Primär- und die Sekundärscheidewand zu sehen.

4. Etwas zur Genetik und den Auswirkungen davon auf die Eigenschaften.

Viele Nussbaum-Arten hybridisieren natürlicherweise untereinander. Nussbäume, die leicht hybridisieren, nennt man hybridogene Nussbäume. Vielfach findet man nur zufällig einen solchen hybridogenen Nussbaum. Der Baum hat meistens auch keinen Namen. Seine Eltern sind meistens unbekannt. Bernhard Mettendorf wird an der Exkursion sicher mehrere solche Exemplare zeigen.

Die weiblichen Blüten eines bestimmten hybridogenen Baumes können mit den Pollen von verschiedenen Sorten und Bäumen befruchtet werden. Das bedeutet, dass aus den befruchteten Nüssen F1-Hybriden entstehen, welche wie Vollgeschwister oder Halbgeschwister untereinander verwandt sind. Sie können also verschiedene Eigenschaften haben so wie etwa die einen Geschwister braune, und andere blonde Haare haben können, die einen gross, die andern klein sind. Diesem Umstand muss man Rechnung tragen, wenn man Vergleiche z. B. zu den Wachstumseigenschaften macht.

Bei den drei käuflichen französischen Hybridsämlingen NG23, NG38 und MJ209 kennt man die hybridogenen Mütter.

Als Pollenspender empfahl Germain die Regia-Bäume RA984 und RA 996. Letztere wurden vor allem in Südwesten Frankreichs benutzt.

In Grenoble Gebiet d. h. im Val d'Isère, dient vor allem Franquette als Pollenspender. Nach J. Payre, dem grössten Produzenten von Hybridnussbäumen, ist die Luft im Isèretal zum Zeitpunkt der weiblichen Blüte der drei ausgewählten hybridogenen Mutterbäume mit Pollen von Franquette so stark geschwängert, dass man davon ausgehen kann, dass die Pollen zur Hybridisierung vor allem von Franquette kommen. Er sprach von einer Pollenwolke. Möglicherweise kommen etwas Pollen auch von andern spät blühenden Pollenspendern wie Parisienne, Fernor, die allerdings in sehr viel kleinerem Maße angebaut werden als Franquette.

Aussehen der befruchteten Nüsse der hybridogenen Nussbäume

Die Nüsse von hybridogenen Nussbäumen, ob befruchtet oder nicht, haben das gleiche äussere Aussehen (grüne und holzige Schale) wie die Nüsse, aus dem der Mutterbaum entstanden ist. Das erklärt sich dadurch, dass die grünen und holzigen Schalen aus den Tegumenten der Blüte entstehen, also nur Mutter-DNA haben und nicht von der Befruchtung beeinflusst werden. Nur der befruchtete Keimling (Embryo) der Nuss, aus dem der Sämling entsteht, hat die Hälfte der DNA der Mutter und die andere Hälfte vom Vater. Da man den Nüssen nicht ansieht, ob sie hybridisiert sind oder nicht, muss man sie zuerst aussäen und die aufgelaufenen Sämlinge in Hybriden und Nichthybriden unterscheiden. Um möglichst einheitliche Handelsware von Hybridsämlingen zu bekommen, braucht es zur Auslese im Saatbeet ein sehr geschultes Auge. Zweifelhafte Sämlinge werden von erfahrenen Baumschulisten ausgeschieden und kommen nicht in den Handel.

Und wie sieht die Situation aus, wenn *J. regia* die Mutter ist?

Nach Becquey gibt es auch Hybriden, bei denen *J. regia* die Mutter und eine Schwarznuss der Vater ist. Ich selber habe noch nie solche Hybridnussbäume gesehen. Die Nüsse der hybridogenen Walnussbäume hätten dann wahrscheinlich, ob hybridisiert oder nicht, das Aussehen von Walnüssen. Damit eine solche Hybridisierung zu Stande kommt, müssten die weiblichen Blüten der Walnuss gleichzeitig blühen wie die männlichen Blüten der pollenspendenden Schwarznuss. Nach meinen Beobachtungen sind solche Blütenbedingungen möglich. Welche Eigenschaften die F1-Hybriden bezüglich Nussform und Blattform haben könnten, weiss ich nicht.

Es ist nicht viel Konkretes und Präzises über Hybriden mit Walnuss als Mutter und Schwarznuss als Vater bekannt, wenig erforscht und noch weniger ist publiziert.

Bernhard Mettendorf hat mir im Dezember 2020 geschrieben, dass er einen Hybridnussbaum mit Walnuss als Mutter und Schwarznuss als Vater besitzt. Er bezeichnet diesen als «inversen» Hybridnussbaum. Dieser produziert Nüsse, die den "normalen" F2 wie wir sie kennen äußerlich sehr ähnlich sind. Bernhard hätte dabei aber eigentlich sowas erwartet wie das was Schaarschmidt in

seinem Buch als "intermedia"-Nuss abgebildet hat (also runder und viel glatter). Eine ähnliche Frucht hat er aber lange nicht gesehen. Nun scheint eine seiner F3 Nüsse aber so ähnlich zu sein.

Ab der zweiten Rückkreuzung wird die Genetik kompliziert, da der Anteil an unbekanntem Vätern immer grösser wird.

Molekulargenetische Untersuchungen von Hybriden sind an verschiedenen Orten unter anderem in Hann. Münden in Deutschland und in Österreich in Gang. Sie sollen die Verwandtschaftsverhältnisse aufklären helfen. Es gibt aber auch dazu viele offene Fragen. Bei *Juglans*-Arten, für die artspezifische genetische Varianten mit Hilfe molekulargenetischer Methoden (hier: Mikrosatelliten) identifiziert worden sind, können anhand von DNA-Analysen unbekannte Ausgangsarten in Hybriden nachgewiesen werden. Für *Juglans nigra* und *Juglans regia* liegen an der NW-FVA die zugrundeliegenden DNA-Referenzmuster für derartige Untersuchungen bereits vor.

Aus der Sicht der Artenvielfalt sind die Kreuzungen und Hybridisierungen eine gute Sache. Die Evolution bringt vielleicht auch Individuen hervor, die mit den zukünftigen klimatischen Bedingungen besser zurechtkommen als standardisierte Hybriden.

5. Wurzelsysteme verschiedener Nussbaumarten

Die Wurzelsysteme verschiedener Nussbaumarten sind nach meiner Erfahrung recht verschieden. Die Walnussbäume bilden Pfahlwurzeln nach dem Lehrbuch aus, Butternussbäume ein oberflächliches, feines, strubbeliges Wurzelwerk ohne eigentliche Pfahlwurzel. Schwarznüsse haben eine Pfahlwurzel. Diese ist aber mit vielen feinen Seitenwurzeln bestückt und mit wenigen etwas dickeren und längeren «Spagetti-Seitenwurzeln». Hybriden bilden intermediäre Wurzelsysteme aus. **Das Wurzelsystem hat Einfluss auf das Wachstum auf einem bestimmten Bodentyp.**

Auf einer meiner Parzellen mit nur 30 bis 40 cm Humusoberboden und kompaktem ziemlich wasserundurchlässigen Unterboden haben etwa 10-jährige Butternüsse einen BHD von 12 bis 15 cm erreicht, während Walnüsse und Hybriden nur auf 4 bis 8 cm BHD kommen.

Dr. Hans-Jochen Meyer-Ravenstein beobachtet, dass Butternussbäume auf einem Podsol-Pseudogley in der Lüneburger Heide bessere Wachstumsleistungen erbringen als Walnuss und Schwarznuss.

Ich habe ein paar Fotos von den verschiedenen Wurzelsystemen gemacht.



Walnuss



Butternuss



Schwarznuss



Mandschurische Walnuss



Die vier Sämlinge links sind NG23 und NG 38 Hybriden,
die zwei Sämlinge rechts sind Schwarznüsse

Wer von der IG Nuss hat Erfahrungen mit Wurzeltypen bei Nussbäumen?

Prez-vers-Noréaz, 25.12.2020, Hans-Sepp Walker

PS.: Ich danke Andreas Meier-Dinkel, Bernhard Mettendorf und Hans-Jochen Meyer- Ravenstein für die Korrekturen und wertvollen Ergänzungen betreffend Molekularbiologie, inverse Hybriden und Wachstum von Butternüssen.