

Einfluss verschiedener Prozessparameter auf wichtige Kenngrößen bei der Gleichstromdestillation von Apfelmaische

MANFRED GÖSSINGER, CHRISTINA EITNER, WALTER BRANDES und KARL VOGL

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
A-3400 Klosterneuburg, Wienerstraße 74
E-Mail: Manfred.Goessinger@weinobst.at

Der Einfluss des Alkoholgehalts des Raubrandes (19 bis 31 %vol.) und der Destillationsgeschwindigkeit (8 bis 16 l/h) auf den Nachlaufabtrennzeitpunkt (N-Punkt) und die prozentuelle Ausbeute von Vor-, Mittel- und Nachlauf bei der Gleichstromdestillation von Apfelmaische wurde untersucht. Weiters wurde überprüft, inwieweit sich ausgewählte physikalisch-chemische Parameter (pH-Wert, Leitfähigkeit, flüchtige Säure) zur Bestimmung des N-Punkts eignen. Zur besseren Charakterisierung des Destillationsprozesses wurden die durchschnittliche Änderung der Geistrohrtemperatur und des Alkoholgehalts der Destillatfraktionen ermittelt. Weiters wurden die flüchtigen Inhaltsstoffe in den Fraktionen um den N-Punkt gaschromatographisch untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl der Alkoholgehalt im Raubrand als auch die Destillationsgeschwindigkeit einen signifikanten Effekt auf den N-Punkt haben. Der N-Punkt lag zwischen 78 und 60 %vol. Auf Grund der großen Schwankungsbreiten der Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit und flüchtige Säure in den Fraktionen um den N-Punkt erwiesen sich alle diese Parameter als für die Bestimmung des N-Punkts als ungeeignet. Die Ausbeuten an Vor-, Mittel- und Nachlauf waren signifikant vom Alkoholgehalt des Raubrandes abhängig und lagen beim Vorlauf zwischen 12 und 21 %, beim Mittellauf zwischen 18 und 30 % und beim Nachlauf zwischen 33 und 57 %. Mit abnehmendem Alkoholgehalt im Raubrand stieg die prozentuelle Ausbeute im Mittellauf an. Die durchschnittliche Änderung der Geistrohrtemperatur lag in einem Bereich von 0,04 bis 0,32 °C pro Minute, die der Alkoholkonzentration bei 0,08 bis 0,80 %vol. pro Minute. Von den Inhaltsstoffen der Fraktionen um den N-Punkt, die gaschromatographisch untersucht wurden, kann keiner zur Bestimmung des N-Punkts empfohlen werden.

Schlagwörter: Destillat, Nachlauf, N-Punkt, Ausbeute, Gleichstromdestillation

Impact of several processing parameters on important characteristics of the concurrent distillation of apple mash. *The objective of this study was to calculate the influence of the low wine alcohol content (19 to 31 %vol.) and distillation speed (8 to 16 l/h) on the point of tails' separation (N-point) and the percentage rate of yield of head, heart and tail fractions with a concurrent distillation of apple mash. Furthermore some physical-chemical parameters (pH-value, conductivity, volatile acid) were tested in order to determine the N-point. For characterising the distillation process properly the average changes of the temperature of the lyne arm and the alcohol content of the distillation fractions were measured. Chemical analyses of the volatile substances in the fractions around the N-point by means of a gaschromatography were done as well. The results show that the alcohol content of the low wine as well as the distillation speed had a significant influence on the tails' separation point. The N-point was between 78 and 60 %vol. Due to the big ranges of the parameters pH-value, conductivity and volatile acid in the fractions around the N-point an exact measurement of the N-point by means of these parameters is not possible. The yield of heads, heart and tails depended significantly on the low wine alcohol content and ranged from 12 to 21 %, 18 to 30 % and 33 to 57 %, respectively. The lower the low wine alcohol content, the higher the percentage yield in the heart fractions. The average changes of the temperature of the lyne arm was between 0.04 and 0.32 °C per minute, those of the alcohol content between 0.08 and 0.80 %vol. per minute. No volatile substance (character impact compound) in the fractions around the N-point is qualified to determine the point of tails' separation.*

Keywords: distillate, tails, point of tails' separation, yield, concurrent distillation

L'influence de différents paramètres de processus sur les caractéristiques importantes des maisches de pommes lors de la distillation à courant continu. L'influence de la teneur en alcool du brouillis (de 19 à 31 %vol.) et de la vitesse de la distillation (de 8 à 16 l/h) sur le moment de la séparation de la queue de distillation (point N) et sur le pourcentage de rendement en tête, en cœur et en queue dans le cadre de la distillation à courant continu de la maische de pommes a été étudiée. En outre, on a vérifié dans quelle mesure des paramètres physiques-chimiques sélectionnés (pH, conductibilité, acide volatil) se prêtent à la détermination du point N. La modification moyenne de la température du col-de-cygne et de la teneur en alcool des fractions du distillat a été déterminée afin de mieux caractériser le processus de la distillation. En outre, les composants volatils des fractions autour du point N ont été étudiés par chromatographie en phase gazeuse. Les résultats montrent que tant la teneur en alcool du brouillis que la vitesse de la distillation ont un effet significatif sur le point N. Le point N se situait entre 78 et 60 %vol. En raison des grandes amplitudes de variation des paramètres pH, conductibilité et acide volatil dans les fractions autour du point N, tous ces paramètres se sont avérés impropres à la détermination du point N. Les rendements en tête, en cœur et en queue dépendaient de manière significative de la teneur en alcool du brouillis et se situaient entre 12 et 21 % pour la tête, entre 18 et 30 % pour le cœur et entre 33 et 57 % pour la queue. Plus la teneur en alcool du brouillis diminuait, plus le pourcentage de rendement en cœur augmentait. La modification moyenne de la température du col-de-cygne se situait dans une plage de 0,04 à 0,32 °C par minute, celle de la concentration en alcool de 0,08 à 0,80 %vol. par minute. Aucun composant des fractions autour du point N ayant fait l'objet des examens par chromatographie en phase gazeuse ne peut être recommandé pour la détermination du point N.

Mots clés : distillat, queue, point N, rendement, distillation à courant continu

Die Nachlaufabtrennung stellt bei der Obstdestillation nach wie vor ein großes Problem dar. Auf Grund der unterschiedlichen Bedingungen (Alkoholgehalt der Maische, Brennereibauart und -größe, Destillationsgeschwindigkeit) liegt der Nachlaufabtrennungzeitpunkt (N-Punkt) bei der Gleichstromdestillation in einem weiten Bereich zwischen 75 %vol. und 58 %vol. (GÖSSINGER und LEHNER, 2007; TOGGENBURG, 2005). Die sensorische Abtrennung erfordert eine aufwändige Fraktionierung des Destillates um den N-Punkt, die daher von vielen Brennern nicht gemacht wird. Die Erkennung des N-Punkts mittels chemisch-physikalischer Parameter (pH-Wert, Leitfähigkeit, Trübungswerte, Trübungspotenzial) als Alternative zur sensorischen Beurteilung ist nicht in der gewünschten Genauigkeit möglich (GÖSSINGER et al., 2009).

Ziel dieser Untersuchungen war es, den Einfluss des Alkoholgehalts im Raubrand und der Destillationsgeschwindigkeit auf den N-Punkt und die prozentuelle Ausbeute an Vor-, Mittel- und Nachlauf zu bestimmen. Weiters wurden die Fraktionen um den N-Punkt gaschromatographisch analysiert, um für die N-Punkt-Bestimmung eventuell relevante Inhaltsstoffe zu finden.

Material und Methoden

Destillatherstellung

Die Versuche wurden im Technikum des LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg durchgeführt. Als Rohware wurden Pressäpfel vom Versuchsgut Haschhof (LFZ Klosterneuburg) herangezogen. Die Äpfel wurden mittels Schleuderfräse zerkleinert, mittels konz. Phosphorsäure (84 %; Fa. VWR International, Wien) auf pH-Wert 3,0 angesäuert, mit Reinzuchthefer Oenoferm Freddo (20 g/hl; Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) versetzt und bei 18 °C vergoren. Der Alkoholgehalt der Maische betrug 6,5 %vol..

Der Raubrand wurde über die Verstärkerkolonne soweit destilliert, dass der Alkoholgehalt in der Vorlage auf 5 %vol. abgesunken war. Der Alkoholgehalt des Raubrandes lag bei 32,4 %vol..

Der Raubrand wurde mit Wasser auf den gewünschten Alkoholgehalt (Tab. 1) eingestellt. Für die Feinbrandversuche wurden pro Variante 30 kg Raubrand

mit dem gewünschten Alkoholgehalt in die Brennbhase eingefüllt.

Die Versuche wurden mit einer 50 l-Destillationsanlage (Fa. Carl, Göppingen, Deutschland) mit Hilfe einer Brennereisteuerung (Fa. Carl, Göppingen, Deutschland) durchgeführt. Die Destillationsgeschwindigkeit wurde laut Versuchsplan variiert (Tab. 1). Bei 40 %vol. wurde die Destillation beendet. Das gesamte Destillat wurde in 100 ml-Fractionen aufgefangen.

Analysen

Der N-Punkt wurde sensorisch von mindestens fünf geschulten Prüfpersonen ermittelt.

Die Leitfähigkeit wurde mittels Leitfähigkeitsselektrode (TetraCon 325, Handmessgerät; beide: Fa. WTW, Weilheim, Deutschland) ebenso wie der pH-Wert (pH-Elektrode SenTix H/HW; Fa. WTW, Weilheim, Deutschland) innerhalb einer Stunde nach Destillationsende in den fünf Fractionen vor dem N-Punkt, beim N-Punkt und in den vier Fractionen nach dem N-Punkt ermittelt. Die Bestimmung des Gehalts an flüchtigen Säuren (titrierbare Säuren berechnet als Essigsäure) erfolgte durch Titration mittels 0,005 N NaOH bis pH-Wert 8,1 (ADAM et al., 1995). Der Alkoholgehalt der Destillatfractionen wurde mittels Handbiegeschwingers (Densito 30 PX; Fa. Mettler Toledo, Schwerzenbach, Schweiz) bestimmt. Die Änderung der Geistrohrtemperatur und der Alkoholkonzentration in der Vorlage wurden von der Steuerung erfasst und gespeichert.

Die Ermittlung der Ausbeuten an Vor-, Mittel- und Nachlauf erfolgte durch Addition der Liter Alkohol der einzelnen Fractionen und wird als % Liter Alkohol bezogen auf die Liter Alkohol des jeweiligen Raubrandes in der Blase angegeben.

Am N-Punkt sowie zwei Fractionen vor bzw. nach dem N-Punkt wurden die Gehalte an wichtigen Fettsäuren, höheren Alkoholen und deren Ester (2-Phenylethanol, Butansäure, Decansäure, Decansäureethylester, Dodecansäure, Dodecansäureethylester, Essigsäure, Hexadecansäureethylester, Hexansäure, Isobutansäure, Isopentansäure, Linolensäureethylester, Linolsäureethylester, Octansäure, Octansäureethylester, Pentansäure, Propansäure, Tetradecansäureethylester) gaschromatogra-

phisch (Hewlett Packard 5890 Serie II und FID) untersucht (GUAN, 1997; WÖIDICH et al., 1978).

Statistische Auswertung

Der Versuchsplan (faktorieller Versuchsplan für nicht lineare Zusammenhänge) (Tab. 1) wurde mittels Statgraphics 5.0 erstellt und statistisch ausgewertet.

Tab. 1: Versuchsplan

Variante	Destillationsgeschwindigkeit	Raubrand (%vol.)
1	12	25
2	12	25
3	12	25
4	12	25
5	9	20
6	15	30
7	9	30
8	12	31
9	12	19
10	15	20
11	16	25
12	8,4	25

Ergebnisse

Leitfähigkeit – pH-Wert – flüchtige Säuren

Die Werte der Leitfähigkeit lagen um den N-Punkt generell auf sehr niedrigem Niveau (1 bis 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Auch der pH-Wert am N-Punkt wurde von den gewählten Parametern nicht signifikant beeinflusst. Die pH-Werte lagen bei ca. 5,0. Sowohl die pH-Werte als auch die Werte der flüchtigen Säure (ca. 50 mg/l) lagen innerhalb großer Schwankungsbreiten. Es wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen den untersuchten Prozessparametern und den Werten der Leitfähigkeit, des pH-Werts und der Gehalte an flüchtigen Säuren am N-Punkt bestimmt. Keiner dieser Messwerte eignete sich zur Bestimmung des N-Punkts. Es konnten somit die Ergebnisse früherer Untersuchungen von GÖSSINGER et al. (2009) zum Teil bestätigt werden. Auf Grund der Datenfülle und deren geringer Aussagekraft wird auf die Darstellung dieser Werte verzichtet.

Alkoholkonzentration

Die Alkoholkonzentration am N-Punkt variierte je nach Alkoholgehalt des Raubrandes und nach Destillationsgeschwindigkeit zwischen 78 %vol. und 60 %vol. (Abb. 1). Beide Parameter hatten einen signifikanten ($\alpha = 0,01$) Einfluss auf den N-Punkt (Abb. 2). Mit der Zunahme des Alkoholgehalts im Raubrand und der Abnahme der Destillationsgeschwindigkeit stieg die Alkoholkonzentration am N-Punkt.

Die Alkoholstärke der ersten Vorlaufkomponenten variierte zwischen 82 und 79 %vol. (Abb. 3). Nur der Alkoholgehalt der Maische hatte einen signifikanten Einfluss auf die Alkoholstärke der ersten Destillatfraktionen (Abb. 4). Wie erwartet, wiesen die ersten Vorlauffraktionen aus alkoholreicheren Maischen einen höheren Wert auf als die von alkoholärmeren Maischen. Die bei der Steuerung einzustellenden Parameter in der Aufheizphase wurden während des kompletten Versuchs nicht verändert.

Die durchschnittliche Abnahme der Alkoholkonzentration während der Destillation (Vorlauf bis N-Punkt) lag zwischen 0,08 und 0,80 %vol. pro Minute. Diese war sowohl von der Destillationsgeschwindigkeit als auch vom Alkoholgehalt des Raubrandes signifikant ($\alpha = 0,05$) abhängig. Je geringer die Destillationsgeschwindigkeit und je höher die Alkoholkonzentration

im Raubrand, desto geringer war der Abfall. Der Einfluss der Destillationsgeschwindigkeit nahm mit zunehmendem Alkoholgehalt des Raubrandes zu (signifikante Wechselwirkung ($\alpha = 0,05$)).

Geistrohrtemperatur

Die Geistrohrtemperatur am N-Punkt lag zwischen 85°C und 91 °C und korrelierte, wie erwartet, gut mit dem Alkoholgehalt am N-Punkt. Die Geistrohrtemperatur am N-Punkt war jedoch vom Alkoholgehalt im Raubrand nicht linear abhängig (Abb. 5 und 6). Je höher die Destillationsgeschwindigkeit bei gleichzeitig geringerem Alkoholgehalt im Raubrand, desto höher stieg die Geistrohrtemperatur am N-Punkt an.

Der durchschnittliche Anstieg der Geistrohrtemperatur von Beginn des Vorlaufs bis zum N-Punkt war ebenfalls sowohl vom Alkoholgehalt des Raubrandes als auch von der Destillationsgeschwindigkeit abhängig. Die Werte lagen zwischen 0,04 °C und 0,32 °C pro Minute. Je niedriger die Destillationsgeschwindigkeit und je höher die Alkoholkonzentration des Raubrandes, umso langsamer war der Anstieg. Weiters konnte auch eine signifikante ($\alpha = 0,05$) Wechselwirkung zwischen diesen beiden Parametern festgestellt werden. Der Einfluss der Destillationsgeschwindigkeit auf den durchschnittlichen Anstieg der Geistrohrtemperatur

Abb. 1: Einfluss des Alkoholgehaltes des Raubrandes (%vol.) und der Destillationsgeschwindigkeit (l/h) auf den N-Punkt (%vol.) bei der Gleichstromdestillation

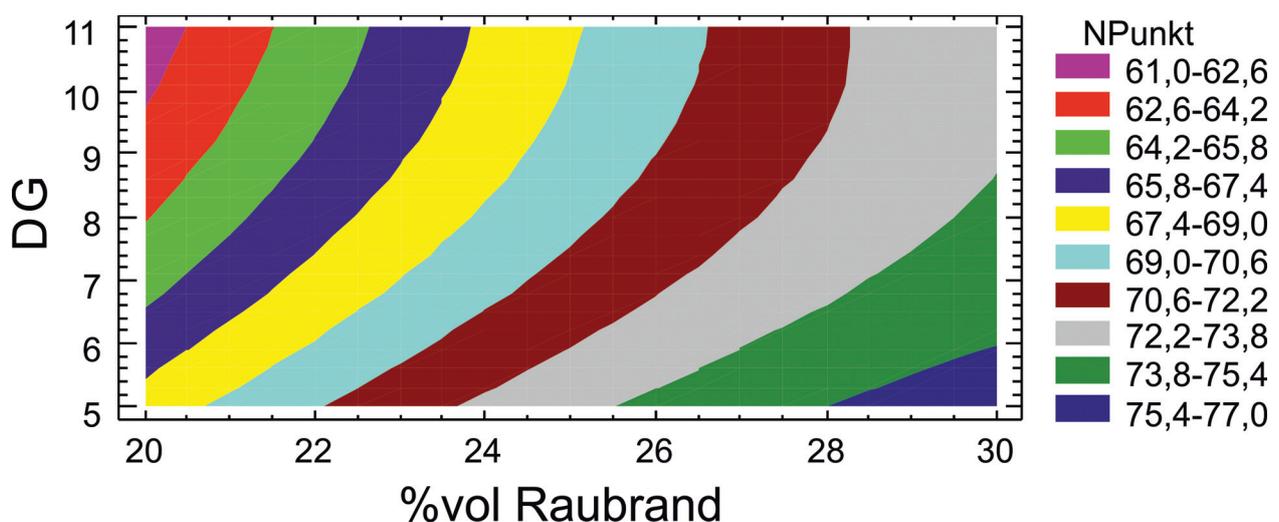


Abb. 2: Effekte und Signifikanzprüfung der gewählten Parameter Alkoholgehalt des Raubrandes und Destillationsgeschwindigkeit auf den N-Punkt bei der Gleichstromdestillation

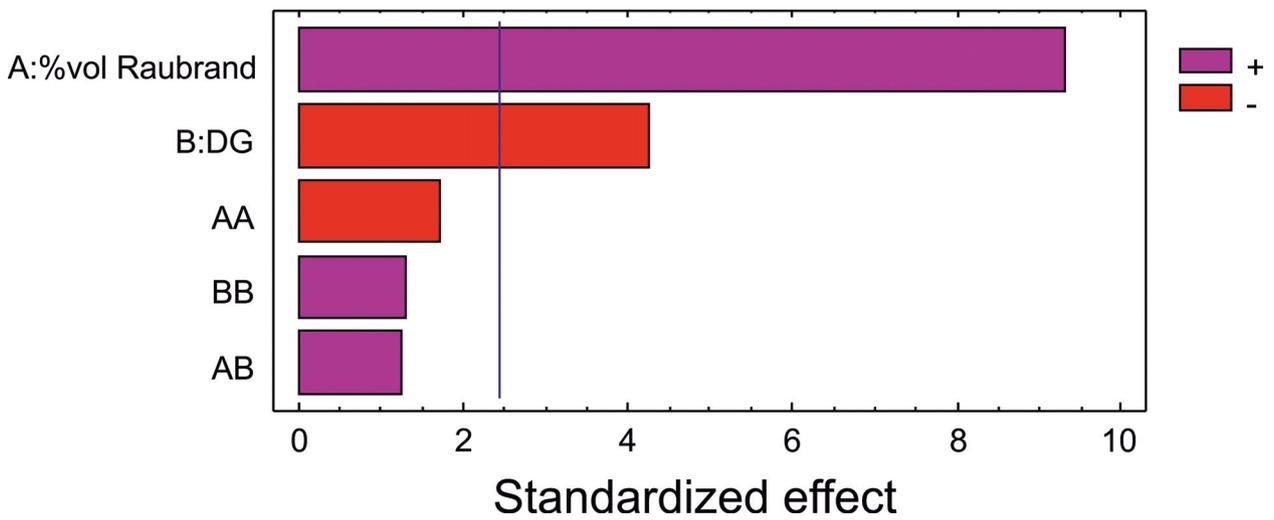


Abb. 3: Einfluss des Alkoholgehaltes des Raubrandes (%vol.) und der Destillationsgeschwindigkeit (l/h) auf die Alkoholkonzentration zu Beginn der Brennphase bei der Gleichstromdestillation

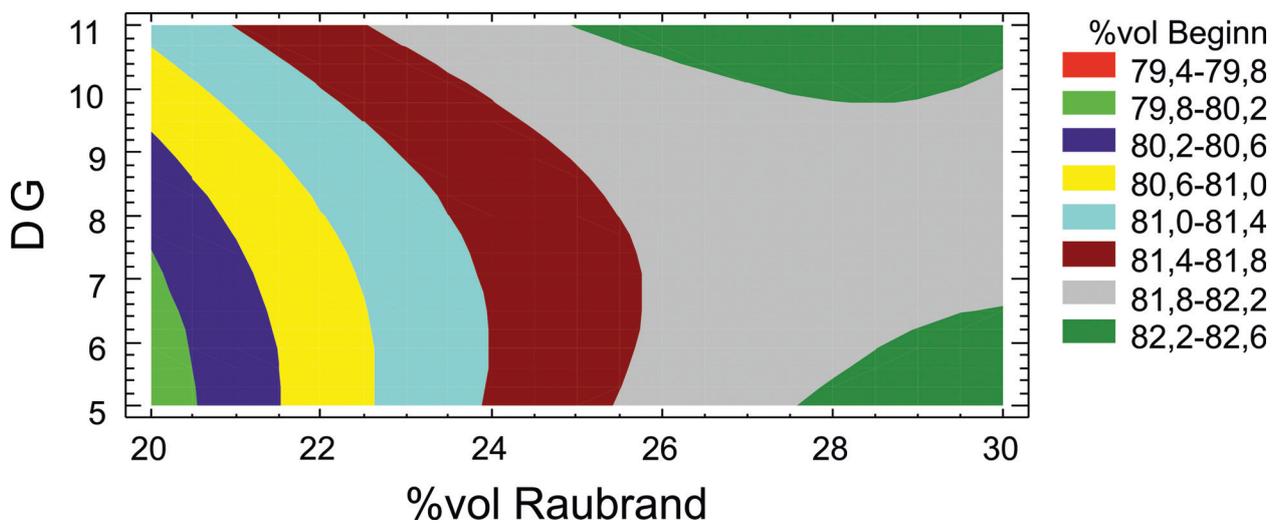
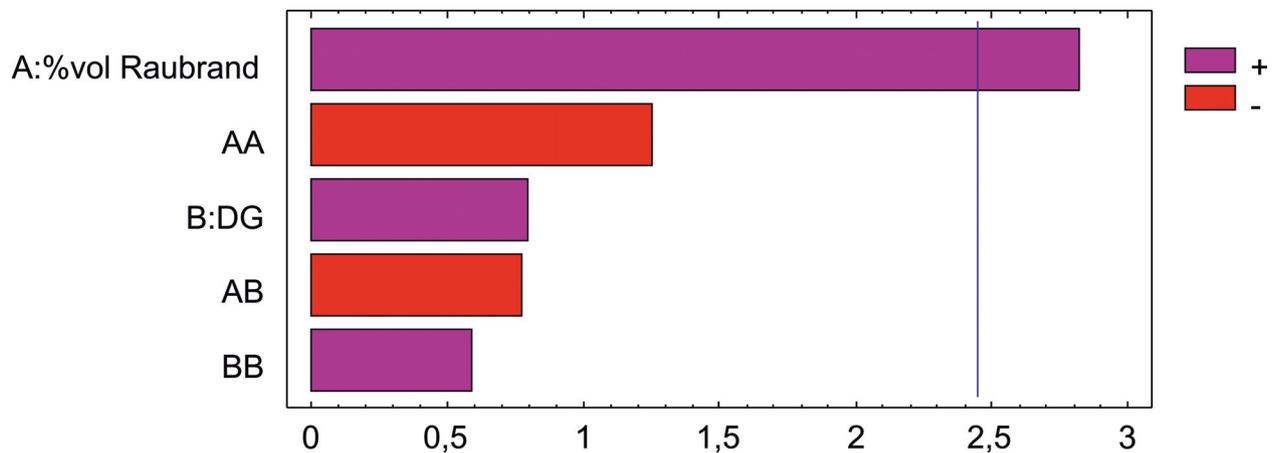


Abb. 4: Effekte und Signifikanzprüfung der gewählten Parameter Alkoholgehalt des Raubrandes und Destillationsgeschwindigkeit auf die Alkoholkonzentration zu Beginn der Brennphase bei der Gleichstromdestillation



peratur nahm mit abnehmender Alkoholkonzentration im Raubrand zu.

Ausbeute

Vorlauf

Die Alkoholkonzentration des Raubrands hatte einen signifikanten ($\alpha = 0,05$) Effekt auf den prozentuellen Anteil der Menge an reinem Alkohol im Vorlauf. Die Destillationsgeschwindigkeit zeigte keinen signifikanten Effekt auf die prozentuelle Alkoholausbeute im Vorlauf. Dies wurde auch erwartet, weil meist ein Großteil des Vorlaufs noch in Brennphase 1 gewonnen wurde, wo die Destillationsgeschwindigkeit über alle Varianten konstant gehalten wurde. Es wurden 12 bis 21 % des Alkohols im Vorlauf bestimmt. Je geringer die Destillationsgeschwindigkeit und je höher die Alkoholkonzentration im Raubrand, desto geringer war der prozentuelle Anteil des Alkohols im Vorlauf.

Mittellauf

Auch die Alkoholmenge im Mittellauf wurde nur von der Alkoholkonzentration des Raubrands signifikant ($\alpha = 0,05$) beeinflusst. Die Werte lagen zwischen 18 und 30 %. Grundsätzlich stieg die Alkoholausbeute im Mittellauf mit geringerer Alkoholkonzentration im

Raubrand. Eine ansteigende Destillationsgeschwindigkeit wirkte sich hinsichtlich der Alkoholausbeute im Mittellauf unter 23 %vol. im Raubrand negativ, über 24 %vol. hingegen eher positiv aus. Diese Wechselwirkung war jedoch nicht signifikant ($\alpha = 0,05$).

Nachlauf

Die Alkoholausbeute im Nachlauf wurde ebenfalls nur vom Alkoholgehalt des Raubrands signifikant ($\alpha = 0,01$) beeinflusst. Die Werte lagen zwischen 33 und 57 %. Mit steigender Alkoholkonzentration im Raubrand stieg auch der prozentuelle Anteil des Alkohols im Nachlauf.

Flüchtige Inhaltsstoffe

Die Ergebnisse der Gehalte an flüchtigen Inhaltsstoffen der einzelnen Fraktionen um den N-Punkt zeigen, dass diese vom Alkoholgehalt des Raubrands signifikant abhängig waren.

GUAN (1997) beschreibt, dass 2-Phenylethanol prinzipiell zur Bestimmung des N-Punkts geeignet ist. Am N-Punkt fand er unabhängig von der Obstart durchschnittliche Phenylethanolgehalte von 4,7 mg/100 ml rA. DONABAUM (2009) berichtet von durchschnittlichen Konzentrationen von 3,2 mg/100 ml rA. ($\pm 2,1$) bei Marillendestillaten und 5,7 mg/100 ml rA. ($\pm 3,5$)

Abb. 5: Einfluss des Alkoholgehaltes des Raubrandes (%vol.) und der Destillationsgeschwindigkeit (l/h) auf die Geistrohrtemperatur (°C) beim N-Punkt bei der Gleichstromdestillation

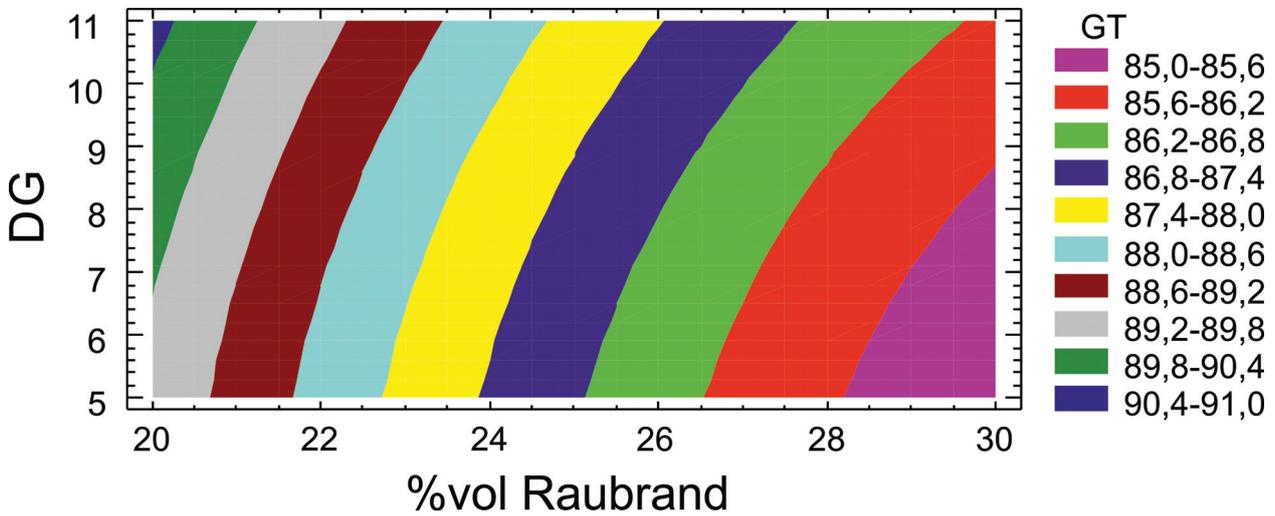
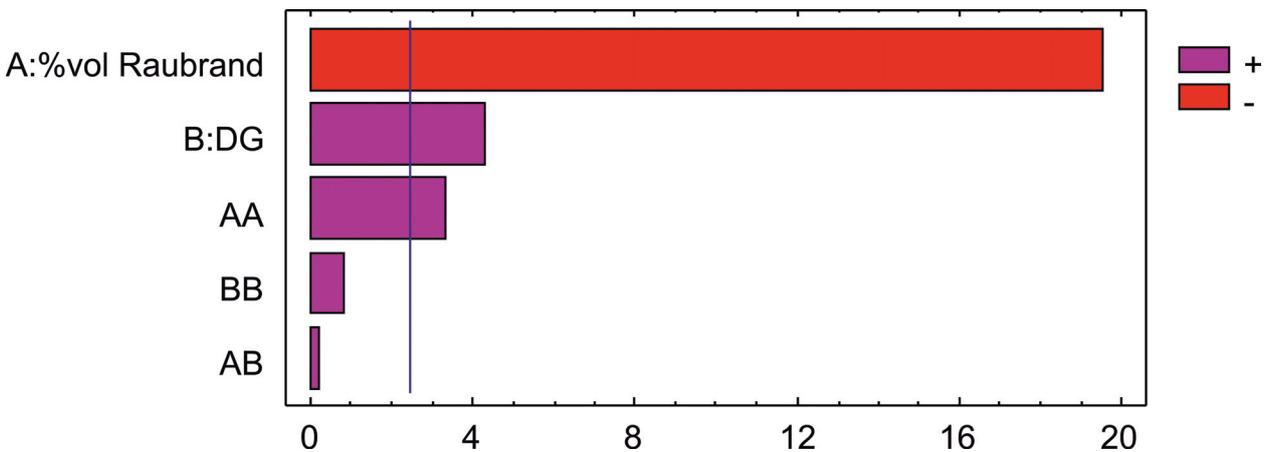


Abb. 6: Effekte und Signifikanzprüfung der gewählten Parameter Alkoholgehalt des Raubrandes und Destillationsgeschwindigkeit auf die Geistrohrtemperatur beim N-Punkt bei der Gleichstromdestillation



bei Apfeldestillaten. Bei diesem Versuch lagen die Gehalte an 2-Phenylethanol in den Fraktionen um den N-Punkt zwischen 0,5 und 3,0 mg/100 ml rA. (durchschnittlich bei 1,1 mg/100 ml rA. ($\pm 0,6$)) und damit auf deutlich niedrigerem Niveau (Abb. 7). Obwohl die Konzentrationen von 2-Phenylethanol in den Fraktionen im Laufe der Destillation vor allem in den Nachlauf fraktionen stark anstiegen, ist dennoch eine Erkennung des N-Punkts auf Basis der 2-Phenylethanolkonzentration auf Grund der großen Schwankungsbreiten (bedingt durch Abhängigkeiten von Destillationsparametern) nicht möglich. Weiters konnten bei diesem Versuch noch von Essig-

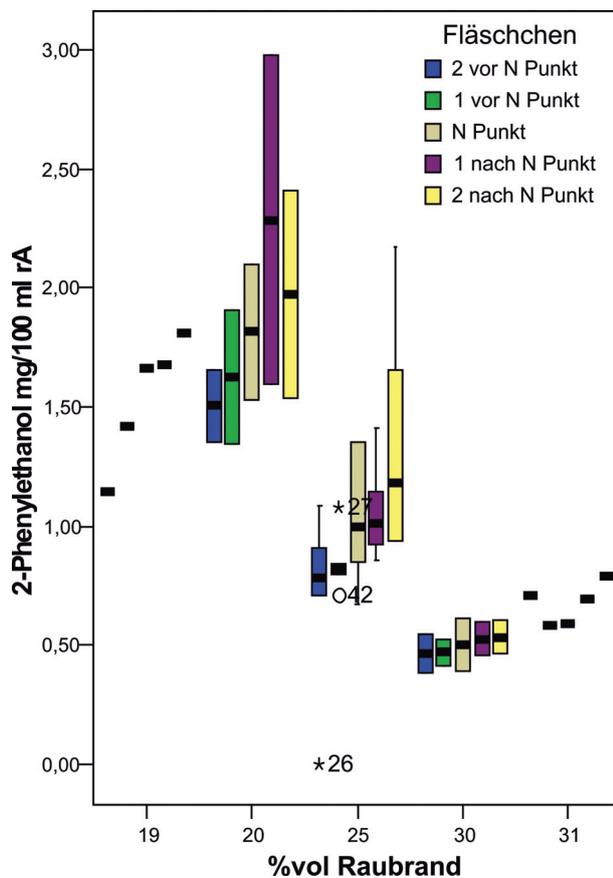
säure (0,29 mg/100 ml rA. ($\pm 0,10$)), Hexadecansäureethylester (0,34 mg/100 ml rA. ($\pm 0,35$)) und Linolsäureethylester (0,88 mg/100 ml rA. ($\pm 0,87$)) messbare Konzentrationen nachgewiesen werden. Diese Werte lagen jedoch ebenfalls auf einem niedrigerem Niveau als bei DONABAUM (2009), die 10,16 mg/100 ml rA. Essigsäure ($\pm 6,45$), 10,78 mg/100 ml rA. Hexadecansäureethylester ($\pm 5,26$) und 11,93 mg/100 ml rA. Linolsäureethylester ($\pm 6,91$) feststellte. Der Gehalt an Fettsäuren in Maischen ist von vielen Parametern abhängig. Neben den Gärbedingungen ist vor allem der Sauerstoffzutritt zur Maische ein großer Einflussfaktor (BRANDES et al., 2009).

Es konnten daher bei diesem Versuch keine flüchtigen Inhaltsstoffe in den Fraktionen um den N-Punkt bestimmt werden, die sich zur exakten Bestimmung des N-Punkts eignen.

Diskussion

Der N-Punkt hängt von vielen Parametern ab. Auch bei der Gleichstromdestillation müssen der Alkoholgehalt des Raubrands und die Destillationsgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Die Praxis vieler Obstbrenner, den Nachlauf allein nach bestimmten Temperaturen, Mengen oder Alkoholgehalten abzutrennen, ist nicht zu empfehlen. Die Bestimmung des N-Punkts kann bis heute nur sensorisch exakt erfolgen. Der pH-Wert, die Leitfähigkeit oder die flüchtigen Säuren schwanken in der Praxis bei der Gleichstromdestillation (geringe Verstärkung) um den N-Punkt,

Abb. 7: Gehalte an 2-Phenylethanol in den Fraktionen um den N-Punkt in Abhängigkeit des Alkoholgehaltes im Raubrand bei der Gleichstromdestillation



bedingt durch die verschiedenen Rahmenbedingungen (Brenngerät, Obstart, Gärung, Lagerung) so stark, dass sie zur Bestimmung des N-Punkts nicht herangezogen werden können.

Interessant ist die Tatsache, dass bei geringeren Alkoholgehalten im Raubrand die prozentuelle Ausbeute im Mittel- und Nachlauf höher ist als bei höheren Alkoholgehalten. Bezüglich der Ausbeute wird vom Brenner kalkulatorisch der Wert der Rohware dem höheren Energie- und Zeitaufwand beim Feinbrand durch Herabsetzen des Alkoholgehalts im Raubrand gegenübergestellt werden müssen.

Der Nachlauf entsteht aus einer Vielzahl an Aromastoffen (Fettsäuren und deren Ester). Leider konnte bis heute keine Substanz gefunden werden, die zur Erkennung des N-Punkts herangezogen werden könnte. Fettsäuren und deren Ester würden sich nur dann zur Bestimmung des N-Punkts eignen, wenn am N-Punkt, unabhängig von anderen technologischen Parametern, immer eine ähnlich hohe Konzentration erreicht würde. Dies trifft jedoch bei keinem der hier untersuchten Inhaltsstoffe zu.

Weitere Untersuchungen hinsichtlich der Findung von Methoden zur N-Punkt-Bestimmung (neben der sensorischen Methode) bzw. der Vorhersage auf Basis wichtiger Destillationsprozessdaten sind anzustreben.

Literatur

- ADAM, L., BARTELS, W., CHRISTOPH, N. und STEMPEL, W. (1995): Brenneanalytik 1 und 2. – Hamburg: Behr's Verl., 1995
- BRANDES, W., BAUMANN, R. und EDER, R. 2009: Einfluss von Gärungsbedingungen auf den Gehalt an freien Fettsäuren in Obstmaischen. Mitt. Klosterneuburg 59(1): 47-57
- DONABAUM, C. (2009): Evaluierung chemischer und physikalischer Parameter zur Nachlaufabtrennung von Stein- und Kernobstdestillaten. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 2009
- GÖSSINGER, M. und LEHNER, F. 2007: Einfluss des Destillationsverfahrens und der Dephlegmatortemperatur auf technologische und sensorische Kenngrößen bei Obstdestillaten. Mitt. Klosterneuburg 57: 83-93
- GÖSSINGER, M., DONABAUM, C., BRANDES, W. und BERGHOFER, E. 2009: Fehleraromen vermeiden – Untersuchungen zur Bestimmung des N-Punktes bei der Obstdestillation. Getränkeindustrie 63(10): 8-11
- GUAN, S. (1997): Untersuchungen zum Nachlaufcharakter von Destillatfraktionen aus Obstmaischen. Dissertation Universität Hohenheim, 1997
- TOGGENBURG, E. (2005): Einfluss unterschiedlicher Brennverfahren auf technologische, analytische und sensorische Kennwerte von Zwetschkendestillaten. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 2005
- WÖLDICH, H., PFANNHAUSER, W. und EBERHART, R. 1978: Ergebnisse der gaschromatographisch-massenspektrometrischen Untersuchungen der flüchtigen Inhaltsstoffe von Apfelbränden. Mitt. Klosterneuburg 28: 56-63
- Manuskript eingelangt am 28. März 2011