

DIE ENTWICKLUNG DER STICKSTOFFDÜNGUNG IN DEN OBSTANLAGEN DER NIEDERLANDE

Pieter Delver

Ich möchte zuerst der Verwaltung der Martin-Luther-Universität und ihren Vertretern, den Herren Professoren Dr. Isbauer und Dr. Stolle herzlich danken für die Einladung, hier reden und diskutieren zu können über Änderungen in der Stickstoffdüngung, die in den letzten zwanzig Jahren in holländischen Obstanlagen stattgefunden haben.

Selbstverständlich habe ich mich bei der Vorbereitung dieser Vorlesung gefragt, welche Informationen daraus für unsere Kollegen in der DDR nützlich sein könnten, weil ja die Anbau-, Boden- und Klimabedingungen unserer Länder sich stark unterscheiden. Es erscheint mir darum wünschenswert, zuerst kurz etwas über unseren Obstbau mitzuteilen, damit Sie verstehen, von welchem Hintergrund heraus ich rede.

Ich zeige Ihnen eine Karte, aus der sich ablesen läßt, daß die etwa 20.000 ha Äpfel und 6.000 ha Birnen sich auf verschiedene Anbaugebiete verteilen. Damit hängen auch ziemlich große Unterschiede in bezug auf die Bodenverhältnisse und Spätfrostchancen zusammen.

Ich muß bemerken, daß etwa 5 % unserer Obstböden ausgesprochen trockenempfindlich sind und auch überwiegend beregnet werden. 40 % sind mäßig trockenempfindlich, verfügen nur zum Teil über Beregnungsanlagen (z.B. 250 ha Tropfenbewässerung) und schließlich gibt es 25 % leicht- und 30 % überhaupt nicht trockenempfindliche Böden.

Von unserem Klima möchte ich sagen, daß wir von April bis Ende September etwa 60 mm mehr Regen empfangen als Halle, und davon 50 mm von Juli bis September. Im Frühjahr ist Halle 1° wärmer.

Änderungen in Unterlagenwahl und Pflanzdichte

In der Wahl der Unterlagen und Pflanzdichte einerseits und in den Maßnahmen der Bodenbehandlung andererseits haben sich in Holland in den letzten 25 Jahren große Änderungen vollzogen. Zwischen 1950 und 1960 und später wurde bei Apfel zunehmend auf die schwach wachsende Unterlage M 9 mit etwa 1.000 Bäumen pro Hektar umgestellt. Anschließend wurde noch dichter gepflanzt mit 2.000 bis zuweilen über 3.000 Bäumen/ha (Tab. 1).

Tabelle 1: Pflanzdichte in Neupflanzungen Apfel in den Niederlanden (%)

Anzahl Bäume/ha	g e p f l a n z t					insgesamt 1977
	bis 1952	1952 1962	1962 1972	1972 1975	1975 1977	
bis 400	48	9	2	1	1	9
400-800	42	38	19	10	8	23
800-1600	9	49	69	46	45	48
> 1600	1	4	20	43	46	20

Es sei am Rande vermerkt, daß mit dichterem Pflanzung auch das Problem der Trockenempfindlichkeit akzentuiert wurde. Auch muß ich darauf hinweisen, daß diese Entwicklung, die eine beträchtliche Ertragssteigerung pro Hektar zur Folge hatte, durch ökonomische Notwendigkeiten - die westeuropäische Obstkrise infolge Überproduktion und viel zu niedrige Preise - beschleunigt wurde. Das Ziel ist jetzt: höchstmögliche Hektarproduktion zu erreichen bei niedrigstmöglichen Produktionskosten pro kg Obst. So wurde 1960 in Spindelanlagen noch 33 kg Apfel pro AKh produziert. 1970 waren es 50 kg und 1970 in Dichtpflanzungen 90 kg.

Entwicklungen der Bodenbehandlung

In der Bodenbehandlung haben wir folgende Entwicklungen erlebt: Bis etwa 1960 auf feuchten, mehr oder weniger schweren Böden (60 % der Gesamtfläche) völlig geschlossenes Dauergras. Die übrigen Böden wurden mechanisch offengehalten, zuweilen mit Gründüngung und Zwischenkulturen bestellt.

Etwa ab 1960 wurden Mittel zur chemischen Unkrautbekämpfung produziert, dies bedeutete eine großzügige Umstellung auf Grasstreifen in den Fahrgassen mit Herbizidanwendung in den Baumzeilen. Ab 1965 war das in 80 bis 90 % der Anlagen auf fast allen Bodenarten zu finden. Das gemähte Gras wurde in den ersten 15 Jahren fast immer mittels eines Kreiselmäheres auf die Baumreihen verteilt. Heutzutage läßt man das Gras oft auch in den Fahrgassen liegen.

Ich muß bemerken, daß die gute Befahrbarkeit der Arbeitsgassen, besonders in den Jahren zwischen 1960 und 1970, wo es viele nasse Sommer gegeben hat, eine wichtige Überlegung war bei dem Übergang auf Grasstreifen. Heutzutage und besonders anlässlich des trockenen Jahres 1976, haben einzelne Betriebe wieder auf völlig offengehaltene Böden umgestellt.

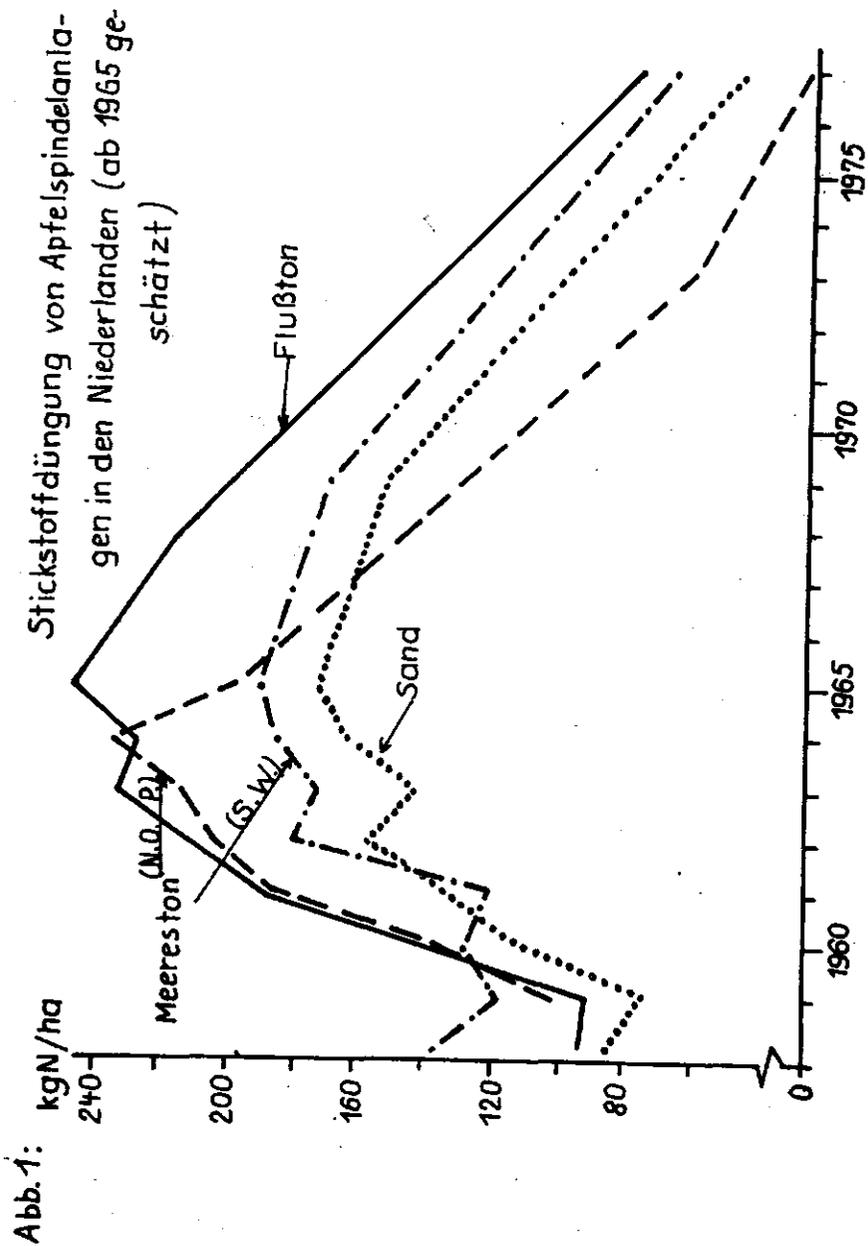
Stickstoffdüngung

Wir wollen uns nun mit der Frage befassen:

Mit wieviel Stickstoff wurde und wird heutzutage gedüngt und warum?

In der Abbildung 1 ist für vier auch in bodenkundlicher Hinsicht unterschiedlichen Anbaugebieten dargestellt, wieviel Stickstoff pro Hektar in Apfelspindelanlagen im Laufe der Periode 1958 bis 1977 gegeben wurde.

Die linke Hälfte steht ziemlich genau fest, weil sie auf zuverlässigen Daten aus Buchführungen basiert, die von modernen Betrieben mit etwa 250 ertragsfähigen Anlagen stammen. Die rechte Hälfte ist schematisch angegeben, obwohl die Endprodukte,



Düngung anno 1977 mittels Befragung von vielen Obstbauern, ziemlich genau festgestellt wurde. Eine derartige Entwicklung hat es auch bei Birnen gegeben.

Die unterschiedliche Höhe der Gaben in den vier Anbaugebieten ist hauptsächlich auf Unterschiede in Wuchskraft und Anwendung von ganzflächiger Grasnarbe zurückzuführen. Zum Beispiel im zentralen Flußstongebiet gibt es viele schwere, damals manchmal auch ungenügend entwässerte Böden, viel Gras unter den Bäumen, langsames Wachstum. Im Süden, auf Sand, wenig Gras, schnelleres Wachstum.

Ich muß beiläufig noch bemerken, daß eine deutliche Herabsetzung der Gaben zwischen 1965 und 1977, wie bei Stickstoff, auch bei der Kali- und Phosphatdüngung stattgefunden hat. Der mittlere Verbrauch beläuft sich jetzt auf nur noch etwa 30 bis 50 kg K_2O und 10 bis 20 kg P_2O_5 pro Hektar.

Zwei Fragen muß ich jetzt beantworten:

Erstens, warum sind die Stickstoffgaben zwischen 1958 und 1965 so stark angestiegen?

Zweitens, warum hat man die Düngung später wieder so stark herabgesetzt?

Hohe Stickstoffgaben

Auf die erste Frage kann ich folgendes antworten:

1. Die Umstellung auf die schwache Unterlage M 9 hat in einer Periode angefangen, in der von Grasstreifen und Herbiziden noch kaum die Rede war. Bei Bäumen auf M 9 verursachte Graseinsaat schweren Stickstoffmangel und Ertragsverluste. In Düngungsversuchen mit wenigstens vier Jahre alter Grasnarbe wurden mit M 9 Höchsterträge mit 250 bis 350 kg Reinstickstoff erreicht, bei Bäumen auf mittelstarken Unterlagen waren es um 100 kg N weniger.
2. In der Periode, von der wir reden, 1958 bis 1965, gab es schon viele Spindelanlagen auf M 9 und die üblichen Pflanz-

abstände waren 4 x 2 oder 2,5 m. Es kam besonders bei M 9 darauf an, die Obstanlage mittels Schnitt und viel Stickstoff vollwachsen zu lassen.

3. Anfänglich fehlte weithin die Einsicht, daß der Stickstoffbedarf bei nur teilweiser Bedeckung mit Dauergras und Mulchen viel niedriger ist als bei ganzflächigem Gras. Neue Erkenntnisse aus Düngungsversuchen wurden verzögert in der Praxis zur Anwendung gebracht.
4. Gute Obstpreise bis etwa 1964 haben die Neigung, stark zu düngen noch verstärkt und
5. schließlich war die Düngung mehr als heute auf Höchsterträge als auf Qualität (weniger Berostung, bessere Farbe usw.) orientiert.

Ich zeige Ihnen noch ein Bild (Abb. 2) von der stark variierten Düngung in den Jahren 1964 bis 1965.

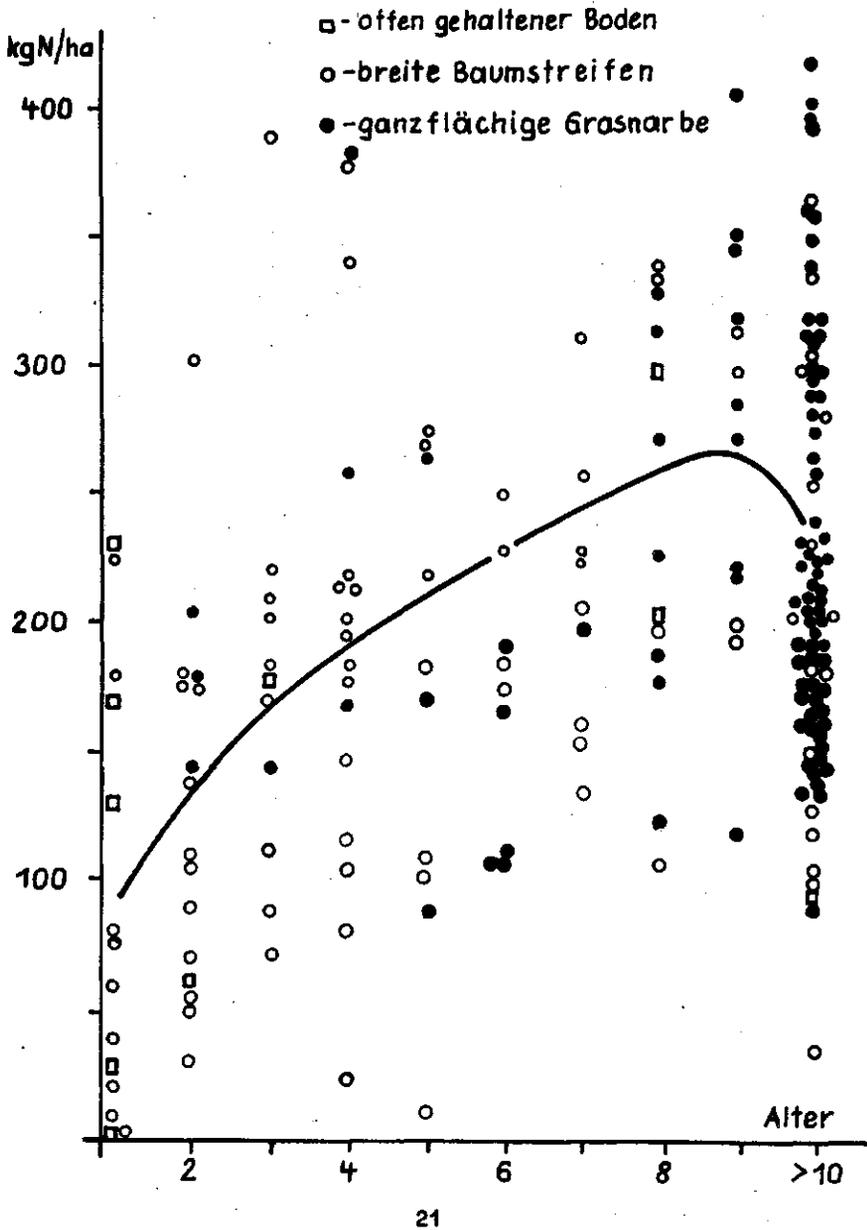
Wir werden später noch ausführen, daß die damalige wichtige Funktion der Stickstoffdüngung, das Wachstum der Bäume anzuregen, um auf die Dauer eine gut geschlossene Anpflanzung zu bekommen, relativ wenig Wert hat, wenn es sich um Dichtpflanzungen handelt.

Herabsetzung der Gaben

Für die starke Herabsetzung der Gaben ab 1965 können folgende Gründe angegeben werden:

1. Das Verschwinden der ganzflächigen Grasnarbe und die Umstellung auf Grasstreifen, wobei der Stickstoffbedarf viel niedriger ist.
2. Das immer dichtere Pflanzen. Ich komme noch eingehend auf beides zurück, möchte aber zuerst noch weitere Faktoren nennen:
3. Durch schlechte Betriebserfolge wurde man gezwungen, alle nicht unbedingt notwendigen Ausgaben einzuschränken.

Abb.2: Stickstoffgaben 1961-65, Flußton, Äpfel M9,2,4,7



4. Überlegungen über ungünstige Einflüsse von Stickstoff auf Fruchtfarbe, Berostung, Stippe, Lagerfähigkeit haben gleichfalls eine Rolle gespielt.
5. Von einiger Bedeutung dürfte wohl die allgemeine Verbesserung der Bodenbedingungen gewesen sein, jedenfalls wenn man die Änderungen des Stickstoffbedarfs über eine längere Periode berücksichtigt. Es wurden allmählich bessere, tiefer durchwurzelungsfähige Böden für Obstbau ausgewählt und entwässert. In den neuen jungferlichen Böden der trockengelegten Polder in der ehemaligen Zuidersee wurden seit 1952 etwa 2.500 ha Obst gepflanzt. Es sind sehr wasserhaltige Böden, die besten, die es bei uns gibt. Sie wissen natürlich auch, daß der Bedarf an Stickstoffdüngung sich verringert, je wasserhaltiger und tiefer durchwurzelungsfähig der Boden ist. Und es braucht uns also nicht zu wundern, daß die Stickstoffgaben gerade in dem neuen Polder mit 100 %iger Anlage von Grasstreifen, am schleunigsten und stärksten wieder herabgesetzt wurden, wie die Daten der Abbildung 1 gezeigt haben.

Heutzutage wird im Nord-Ost-Polder in etwa 40 % der Anlagen überhaupt kein Stickstoff mehr gegeben, obwohl noch immer eine 15 bis 35 kg N entsprechende Blattdüngung aus Kalziumnitrat und Harnstoff zu berücksichtigen ist.

Das Grasstreifensystem

Wir wollen uns nun mit dem Stickstoffhaushalt im Grasstreifensystem befassen. Anfänglich glaubte man, der Bedarf ertragsfähiger Anlagen mit etwa gleich breiten Gras- und Baumstreifen läge im Mittel des Bedarfs bei völlig geschlossener Grasnarbe einerseits und völlig unbedecktem Boden andererseits, also 150 bis 200 kg Reinstickstoff pro Hektar. Etwa 15 Jahre lang haben wir uns mit dieser Frage befaßt und dabei auch Modellversuche ausgeführt, wobei Form und relative Fläche des chemisch offenen gehaltenen Bodens variiert wurden.

In diesen Versuchen, in denen überhaupt nicht gedüngt wurde, zeigte sich, daß schon bei relativ geringem Anteil der Baumwurzeln im offengehaltenen Boden in der Nähe des Stammes eine auffällige Verbesserung der Stickstoffaufnahme und des Wachstums gegenüber Bäumen bei völliger Grasbedeckung zu spüren war. Außerdem wurden in 10 bis 12 langjährigen Feldversuchen gestaffelte Stickstoffgaben bei unterschiedlicher Grasbedeckung verglichen.

Diese Versuche, überwiegend mit Spindelanlagen - Äpfel auf M 9 - wurden in mehreren Anbaugebieten auf leicht trockenempfindlichen, zum Teil auch mäßig trockenen Böden, ausgeführt.

Folgende durchschnittliche Reaktionen wurden festgestellt:

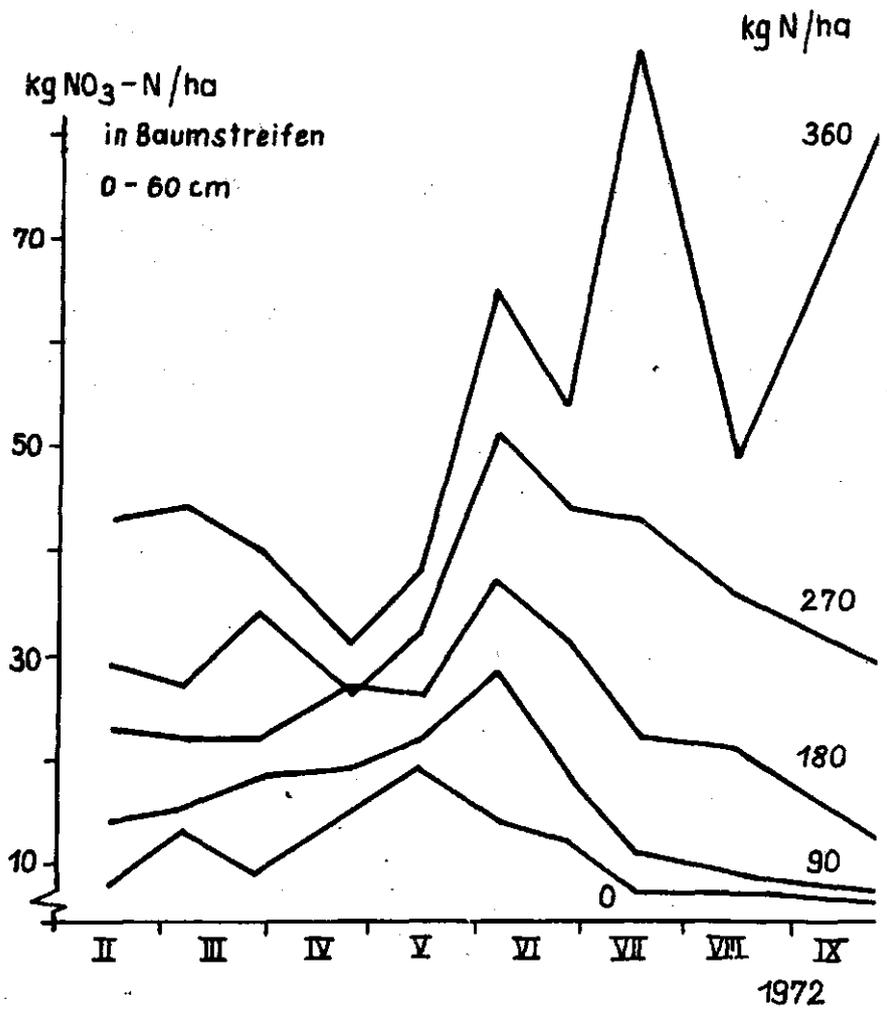
1. Bei völlig geschlossener, gemulchter Grasbedeckung Höchsterträge bei 250 bis 350 kg Reinstickstoff pro Hektar. Ertragsproduktion infolge längerem Unterlassen der Düngung durchschnittlich 25 %.
2. Bei gleichbreiten Grasstreifen und gemulchten, mit Herbiziden behandelten Baumzeilen Höchsterträge mit 120 kg Reinstickstoff und durchschnittlicher Ertragsverlust bei Unterlassen der Düngung 9 %.
3. Für Höchsterträge bei ganz offen gehaltenem Boden wurden 100 kg N benötigt. Ohne Stickstoff: 6 % Ertragsverlust.

Offensichtlich ist die Stickstoffversorgung der Bäume bei Streifenkultur sehr günstig, was wohl folgenden charakteristischen Verhältnissen zu verdanken ist:

1. Beim Zersetzen der Mulchmasse werden in den Baumzeilen pro Hektar 20 bis 40 kg Reinstickstoff frei, allmählich und alljährlich. Dieses Stickstoffangebot erreicht im Laufe des Sommers eine maximale Höhe, regt nicht so sehr das vegetative Wachstum an, fördert aber vor allem die Stickstoffreservierung der Bäume (Abb. 3). Es handelt sich hier um den Einfluß unterschiedlicher Mulchmassen infolge steigender Stickstoffgaben auf Grasstreifen. Baumstreifen sind ungedüngt.

Abb. 3:

Nitratstickstoff in gemulchten Baumstreifen
unter dem Einfluß von Düngung auf Grasstreifen



2. Eine zweite noch viel wichtigere Stickstoffquelle ist die Nitrifizierung beim Abbau des natürlichen Humusvorrates. Bei einem durchschnittlichen Humusaustand, etwa 2,5 % in der Oberkrume, werden unter normalen Feuchtigkeitsbedingungen daraus noch mindestens 50 kg Reinstickstoff pro ha frei, also zusammen mit dem Stickstoff aus dem Mulch in einer ungedüngten Anlage wenigstens 70 kg N.

Das ist schon weit mehr als die jährliche Netto-Aufnahme, die für ertragsfähige Obstanlagen auf 30 bis 40 kg N beziffert wird. Und dabei ist noch nicht der Stickstoff aus Baumblättern, Unkraut, Regenwasser oder Aufnahme in der Fahrgasse mitgerechnet.

Wenn man das alles so quantifiziert, kommt man zu der Folgerung, daß der Stickstoffbedarf bei nur teilweise offengehaltenen Böden meistens schon aus der Mineralisierung von Bodenhumus und Mulch gedeckt werden kann; wenigstens dann, wenn relativ viel von diesem Stickstoff auch vom Baum aufgenommen wird und das hängt wohl sehr stark von den Bodenfeuchtigkeitsverhältnissen ab. Die Frage des Düngerbedarfs ist also zum Teil auch eine Frage der Feuchtigkeitsbedingungen.

3. Als den dritten charakteristischen Faktor für die Stickstoffaufnahme möchte ich noch etwas näher auf das Genannte eingehen. Wir dürfen annehmen, daß die Aufnahme des in unbearbeiteten Baumstreifen verfügbaren Stickstoffs höchst effizient vor sich geht, u.z.

- wegen der hohen Wurzelkonzentration im Oberboden gerade da, wo der meiste Stickstoff frei wird, auch
- wegen des allmählichen Freiwerdens des Stickstoffs, z.T. im Herbst;
- wegen der sogenannten "Kompensationsaufnahme" - ein ernährungsphysiologisches Phänomen, das wir wegen des Hintergrundes "Reihendüngung" kennen und das auch in unserem Modell-Versuch ersichtlich war.

Alles zusammengefaßt, läßt schließlich das Gras-Streifensystem hinsichtlich der Stickstoffaufnahme als höchst zweckmäßig erscheinen, wobei anhaltende Verfügbarkeit, wieder in-Kreislaufsetzen des vom Gras aufgenommenen Stickstoffs, geringe Auswaschung und effektive Aufnahme wichtige Merkmale sind. Es ist klar, daß der Düngerbedarf dabei relativ gering ist und hauptsächlich von Bodentiefe und -feuchtigkeit abhängt.

Dichtpflanzung

Sie werden sich erinnern, daß ich, zur Erklärung der sparsamen Stickstoffdüngung in Holland, als zweiten Faktor die Tendenz zu immer dichteren Pflanzung, erwähnt habe. Darüber möchte ich noch einiges sagen, u.a. anhand eines Feldversuches mit 'Schöner von Boskoop' auf M 9, gepflanzt 1972. Es handelt sich um vier Pflanzsysteme und um einen trockenempfindlichen, bis nur 50 cm Tiefe durchwurmlungsfähigen Boden mit geringer Wuchskraft wegen einer nichtoptimalen Wasserversorgung (Tab. 2).

Tabelle 2: Zusammenhänge zwischen Pflanzdichte, Stickstoffdüngung und Baumertrag bei 'Boskoop'/M 9 - 1975

Pflanzsystem	Anzahl Bäume/ha	Ertrag kg/Baum	
		0 kg N/ha	70-280 kg N/ha
Beet	3330	13,6	13,1
300 x 102	2930	12,5	13,2
355 x 136	1860	14,6	16,7
395 x 205	1110	15,7	19,5

Ich muß noch erwähnen, daß in den beiden dichtesten Anpflanzungen mit etwa 3.000 Bäumen weniger geschnitten wurde als bei 1.000 Bäumen/ha. Die Tabelle zeigt, daß im vierten Jahr bei Dichtpflanzung mit Düngung (die Düngergaben 70 - 140 - 210 - 280 kg N/ha sind einfachheitshalber zusammengenommen, wir reden also hier von gedüngt und ungedüngt), kein Mehrertrag erreicht wurde, jedoch bei 2.000 und noch mehr bei 1.000 Bäumen.

Die nächste Tabelle zeigt uns das extrem trockene Jahr 1976 mit stark zurückbleibender Fruchtgröße, tatsächlich eine Mißernte mit relativ stark zurückbleibenden Baum-Erträgen und sehr schlechter Fruchtqualität, viele rissige Früchte, je dichter gepflanzt wurde. Es ist klar, daß dichteres Pflansen die Bäume trockenempfindlicher macht. Von einem positiven Stickstoffeffekt war wiederum nur bei 1.000 bis 2.000 Bäumen die Rede.

Tabelle 3: Zusammenhänge zwischen Pflanzdichte, Stickstoffdüngung und Fruchtdurchmesser bei 'Boskoop'/M 9 - 1976 - (extrem trocken)

Pflanzsystem	Fruchtdurchmesser (mm)	Ertrag kg/B	
		0 N	70-280 N
Beet	52	5,4	5,3
300 x 102	53	9,0	8,1
355 x 136	56	10,5	12,0
395 x 205	59	14,7	15,3

Das dritte Jahr 1977 zeigt uns in der nächsten Tabelle die dramatischen Folgen des vorigen trockenen Sommers im Zusammenhang mit Pflanzdichte und Stickstoffversorgung. Die Blütenanlage ist stärker zurückgeblieben je dichter gepflanzt wurde und dabei ist der ungünstige Einfluß des Unterlassens der Düngung auch deutlicher, je dichter gepflanzt wurde. Pro Baum war demzufolge der Ertrag bei den Dichtpflanzungen auch relativ sehr gering im Vergleich zu den Einzelreihen mit 1.000 Bäumen pro Hektar.

Tabelle 4: Zusammenhänge zwischen Pflanzdichte, Stickstoffdüngung, Blütenbesatz und Ertrag bei 'Boskoop'/M 9 - 1977 -

Pflanzsystem	Blüten %		Ertrag kg/B	
	0 N	70-280 N	0 N	70-280 N
Beet	7	17	3,3	6,0
300 x 102	6	17	3,9	7,6
355 x 136	14	29	6,5	10,3
395 x 205	54	53	16,9	18,0

Im Jahr 1978 schließlich war das Elend der vorigen Jahre bei den inzwischen siebenjährigen Bäumen verwischt. In der folgenden Tabelle sehen wir die Tendenz, daß wiederum Stickstoff weniger positiv auf den Ertrag einwirkte, je dichter gepflanzt wurde.

Tabelle 5: Zusammenhänge zwischen Pflanzdichte, Stickstoffdüngung, Frucht Durchmesser und Ertrag bei 'Boskoop'/M 9 - 1978 -

Pflanzsystem	Fruchtdurchmesser (mm)	Ertrag kg/B	
		0 N	70-280 N
Beet	76	13,8	12,9
300 x 102	76	14,8	15,2
355 x 136	77,5	17,1	19,0
395 x 205	78,5	20,4	24,3

Weil es sich hier um Baumerträge handelte, zeige ich Ihnen schließlich noch die letzte Tabelle, u.s. über Netto-Hektarerträge, damit Sie verstehen, daß es auf nichtwuchskräftigen Böden bei weiträumiger Pflanzung von Äpfeln auf M 9 wegen des Nichtbenutzens des verfügbaren Raumes leicht zu einer nicht-optimalen Produktion kommt.

Tabelle 6: Zusammenhänge zwischen Pflanzdichte, Stickstoffdüngung und Ertrag bei 'Boskoop'/M 9 - 1978 -

Pflanzsystem	Ertrag 0 - 280 N	
	kg/Baum	t/0,9 ha
Beet	13,1	43,6
300 x 102	15,1	44,2
355 x 136	18,6	34,6
395 x 205	23,6	26,2

Darf ich die Eindrücke aus diesem noch jungen Versuch vorläufig zusammenfassen.

Überall, wo das vegetativ stärkere Wachstum der Bäume im Jugendalter zur Bildung größerer Bäume und höherer ha-Produktionen in den späteren Vollertragsjahren beitragen kann, können relativ hohe Stickstoffgaben im Zusammenhang mit Schnitt wichtig sein. Diese Stickstoffwirkung hat aber weniger Bedeutung, je dichter gepflanzt wird. Sie führt also zu der Folgerung, daß Dichtpflanzungen nur wenig Stickstoff benötigen. Auch eine ungünstige wachstumshemmende Wirkung von hohen Stickstoffgaben kann dabei im Spiel sein (Abb. 4).

Dem steht aber gegenüber, daß bei geräumiger Pflanzung das Risiko einer Alternanz infolge Unterlassen der Düngung nicht groß ist, ausgenommen vielleicht in sehr trockenen Jahren mit hohem Ertrag. In Dichtpflanzungen ist dieses Risiko wegen der größeren Trockenempfindlichkeit anscheinend viel größer.

Ich habe versucht, deutlich zu machen, welche Faktoren im Niederländischen Obstbau früher eine Rolle gespielt haben, und welche heutzutage bei der Festlegung der Stickstoffgaben eine Rolle spielen. Dabei wird jetzt öfters orientiert auf niedrigst mögliche Gaben unter Berücksichtigung der Risiken von Stickstoffmangel, damit in bezug auf Mäh- und Schnitтарbeit etwas eingespart und die Fruchtqualität vielleicht verbessert werden kann. Die Höhe der Gabe - 100 bis 150 kg N ist bei uns schon ziemlich viel - wird in hohem Maße durch die Bodenqualität bedingt. So wird zum Beispiel auf den besten 30 % unserer Böden in 40 % aller Anlagen kein Düngerstickstoff mehr gegeben. Höchstens wird, falls die Blattfarbe etwas zu hell wird, noch eine leichte Herbstdüngung ausgeführt oder mit Harnstoff gespritzt. Wir haben vorigen Sommer mit normaler Niederschlagsverteilung, mittels Blattanalyse feststellen können, daß in diesen Fällen Stickstoffmangel kaum zu fürchten war.

Zum Schluß noch die Bemerkung, daß diese Vorlesung natürlich keine Propaganda gegen richtiges Düngen beabsichtigt.

Abb.4: Wirkung unterschiedlich hoher Stickstoffgaben auf den Stamm-
umfang (cm) der Sorte Boskoop/M9 im Jahr 1978
(7. Standjahr)

