

# FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

1 Y 6050 EX

32. Jahrgang

Nr. 11

November 1980

## Hackschnitzel aus Abfallhölzern - das Brennholz der Zukunft

W. Denninger

### 1.0 Vorbemerkung

Die Nachfrage nach und die Aufarbeitung von Brennholz aus Abfallhölzern des Waldes (Schlagabraum, Läuterungs- und Durchforstungsholz) und der Fluren (Knicks, Obstbäume, Sträucher etc.) gewinnt vor allem im ländlichen Raum, und hier besonders im bäuerlichen Waldbesitz an Bedeutung und Ansehen. Die erkennbare Abkehr vom Heizöl mit dem bequemen, vollautomatischen Betrieb der Feuerungsanlagen wurde eingeleitet durch die drastischen Preissteigerungen der letzten Jahre (1970 0,19 DM/kg; 1980 0,75 DM/kg). In

Tabelle 1: Die Brennstoffe mit ihren wesentlichen heiztechnischen Kenngrößen

Brennstoff	Holzwert (Ha)		Feuchtegehalt in %	flüchtige Bestandteile in Gewicht %	Heizwertrelation (Holz = 1)
	kJ/kg	kcal/kg			
Heizöl	42000	10000	—	—	2,78
Steinkohle	29000	6900	5	25	1,95
Erdgas	32800	7830	—	100	2,18
Braunkohle	13600	3240	25	40	0,9
Holz	15100	3600	15	60	1
Torf	13300	3100	32	46	0,86
Stroh	14000	3350	15	65	0,95
Strom	3500 <sup>1)</sup>	836 <sup>1)</sup>	—	—	0,23

<sup>1)</sup> je kWh

Tabelle 2: Heizöläquivalent des Holzes bzw. der Bedarf an Brennholz in cbm oder rm für 1000 kg Heizöl

Holzart	Heizöläquivalent für		1000 kg Heizöl entspr.	
	1 cbm Holz	1 rm Holz	cbm Holz	rm Holz
Eiche	231	162	4,4	6,3
Rotbuche	228	160	4,5	6,4
Kiefer	153	107	6,6	9,4
Fichte	143	100	7,0	10,0
Lärche	185	129	5,4	7,7
Tanne	149	104	7,3	9,7
Waldhackschnitzel aus:				
Eiche-, Buchenschichtholz	99	—	11,0	—
Nadelschichtholz	71	—	14,0	—
Läuterungs-, Erstdurchforstungsmaterial	63	—	16,0	—

Postvertriebsstück 1 Y 6050 EX

Verlag Fritz Nauth Erben und Philipp Nauth Erben  
Bonifatiusplatz 3, 6500 Mainz 1

Gebühr bezahlt

Expertenkreisen wird bis 1985/1990 ein durchschnittlicher Preisanstieg von 5–10% pro Jahr erwartet.

Wollten Verbraucher das Heizöl teilweise oder ganz durch Brennholz ersetzen, so müßten jedoch erhebliche Mengen von rundem oder gespaltenem Holz bereitgestellt werden (Tabellen 1, 2).

Bei der konventionellen Aufarbeitung muß der voluminöse, sperrige und schwere Brennstoff — Holz — vielmals von Hand in zeitraubender und arbeitserschwerender Art manipuliert werden. So ist es nicht verwunderlich, daß alle jene Betriebe, die auf das Brennholz umsteigen wollen und größere Mengen benötigen, nach technischen Möglichkeiten der rationellen Aufarbeitung, des Transportes und der Zuführung zur Verbrennungsanlage, ähnlich wie beim Heizöl, suchen.

Nachdem die Hackmaschinenteknik, vor allem durch skandinavische Entwicklungen, praxisreife Anbauhacker (Dreipunktgeräte, angetrieben über die Schlepperzapfwelle), mobile Forwarder- und LKW-Hacker entwickelt hat, konnte neuerdings das Endglied der Hackschnitzelkette durch automatisierte Verbrennungsanlagen (Stoker-Anlagen) geschlossen werden. Die für den kleineren Waldbesitz und deren Zusammenschlüsse am Markt befindlichen und geeigneten Anbauhacker wurden in Beiträgen und Vorführungen des KWF in ihrer Eignung (Rohholzbereitstellung, Zufuhr, Technik, Hackgutqualität, Transport und Leistung) der forstlichen Praxis eingehend vorgestellt und demonstriert. Des weiteren konnte eine Hackschnitzelverbrennungsanlage (Schwedstoker) im Einsatz gezeigt werden, die das besondere Interesse der Teilnehmer fand. Zu diesen Vorführungen wurde als Ergänzung die Druckschrift „Heizen mit Holz“ von der Hessischen Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit dem KWF herausgegeben. Diese Schrift fand auch im Ausland große Beachtung.

Nachfolgend soll die neue Heiztechnologie in ihrer Gesamtheit, die in Skandinavien seit 1978 im bäuerlichen Waldbesitz starke Verbreitung findet, in ihrer vielfältigen Technik, Besonderheit und betrieblichen Einbindung vorgestellt werden. Im Gegensatz zum gesägten und gespaltenen, ca. 0,3–1,2 m langem Brennholz in Form von Rundlingen, Scheiten und Reisigbündeln wird die gewachsene Holzsubstanz je nach Hackmaschinentyp in feine Holzspäne mit folgenden Merkmalen zerlegt:

> In Abmessungen von 10–30 (40) mm Länge, 5–10 mm Stärke und 10–30 mm Breite. Je nach Hackmaschinen-

### INHALT:

DENNINGER, W.:

Hackschnitzel aus Abfallhölzern - das Brennholz der Zukunft

8. KWF-Tagung 1981 in Kassel

ausstattung (Scheibe, Trommel, Schnecke), mit oder ohne hydraulischem Zwangseinzug, der Wartung der Hackmesser treten mehr oder weniger große Anteile von Endstücken und Spreißeln auf, die die Funktionssicherheit (Dosierung) der Schnitzelverbrennungsanlage beeinträchtigen können.

- > Neben der unterschiedlichen Zusammensetzung nach Fraktionen, besteht das Hackgut, abhängig vom Ausgangsmaterial, aus unterschiedlichen Anteilen reiner Holzsubstanz, Rinde, Reisig, Nadeln und Verunreinigungen organischer und nichtorganischer Art.
- > Der Feuchtegehalt schwankt je nach Witterung, Jahreszeit, Holzart und Behandlung zwischen 30–100%. Außerhalb der Vegetationszeit, bei vorheriger Fällung und Vorlagerung des Holzes sowie der Verlegung des Hackens in Schönwetterperioden kann eine mittlere Feuchte der Hackschnitzel von 30–35% erreicht werden. Sie ermöglicht eine problemlose Lagerung bis zu 2 Monaten ohne zusätzliche Trocknung. Darüber hinaus empfiehlt sich auch zur Heizwerterhöhung (Tab. 3) und Gewichtsminderung ein Vortrocknen über Bodenluftschächte mittels Gebläse oder Heu- bzw. Getreidetrocknungsanlagen.

Tabelle 3: Heizwert von Eiche, Buche und Kiefer in kcal/kg bei unterschiedlichen Holzfeuchten und dem relativen Holzverbrauch (20% Holzfeuchte = 1)

	0	10	20	30	40	50	60	70	80%
Eiche, Buche	3900	3500	3100	2700	2300	1800	1500	1200	750
Kiefer	5000	4700	3900	3600	2900	2300	1800	1400	850
relativer Holzverbrauch	0,85	0,92	1,0	1,15	1,35	1,54	1,70	2,0	2,4

Aus diesen Eigenschaften der Hackschnitzel ergeben sich eine Reihe von Vorzügen arbeitswirtschaftlicher, waldbaulicher und ökonomischer Art:

1. Erhöhte Rohstoffausbeute von ca. 15–20% durch Nutzung der bislang größtenteils nicht verwerteten Reisig-, Ast- und Nadelanteile unter Verbesserung der walddhygienischen Situation.
2. Dem teilweisen bzw. vollständigen Entfallen arbeitsintensiver, körperlich anstrengender Teilarbeiten wie Entasten, Einschneiden, Vermessen, Spalten, Auf- und Abladen, Aufsetzen, bedingt durch ein gleichförmiges, fließ-, leicht förder- und schüttfähiges Hackgut.
3. Die Arbeitsproduktivität, Leistung und Kosten im Anhalt an Maschinenringpreise dieser Verfahrenskette sind im Vergleich mit der konventionellen Brennholzaufarbeitung günstiger (Tab. 4). So kann der für einen mittleren jährlichen Verbrauch von 7000 kg Heizöl benötigte Hackschnitzelbedarf (Tab. 2) von 110–120 m<sup>3</sup> bei optimaler

Tabelle 4: Hackkosten/Fm Roh-Holz (Ganzbäume) oder m<sup>3</sup> Hackgut bei den unterschiedlichen Hackerarten

	Anbau-Hacker ohne Zwangseinzug	Anbauhacker mit Zwangseinzug
Anschaffungskosten (DM)	9000	15000
jährl. Auslastung in MAS	400	400
Hackleistung in Fm/MAS	2,5	3
Hackleistung in m <sup>3</sup> /MAS	7,5	9
Gerätekosten/MAS in DM	12	20
Schlepperkosten (50 kW) in DM	20	20
Lohnkosten (2 Ak) in DM	18	18
Gesamtkosten/MAS in DM	50	58
Kosten/Fm Rohholz in DM	20	19,30
Kosten je m <sup>3</sup> Hackgut in DM	7	6,50
G.-Kosten/m <sup>3</sup> Hackgut mit Einlagerung, Lagerung und Trocknung (10 DM/m <sup>3</sup> )	17	16,50

organisatorischer Vorbereitung in max. 2–3 Tagen erzeugt werden. Dagegen wird für die Bereitstellung des anderenfalls benötigten Bedarfs von 40 Rm rundem oder gespaltenem Brennholz in ofengerechter Form ca. 10 bis 14 Tage benötigt.

4. Durch die Zerkleinerung des Holzes in Späne wird die Angriffsfläche des Feuers erhöht und durch die abgestimmte Dosierung die Energieausbeute verbessert.
5. Ein weitgehend automatisierter Betrieb ist durch die Kopplung von Thermostaten mit den Zuführelementen möglich.
6. Die mögliche Abstimmung zwischen Temperatur und Schnitzelzufuhr verringert die Umweltbelastungen durch Stickoxide und Emissionen (Teer, Ruß, Staub), sowie die Versottung der Schornsteine und die Gefahr von Schwelbränden. Weiterhin erübrigen sich großdimensionierte Wasserspeicher zur Aufnahme der überschüssigen Wärme.
7. Holzfeuerungen können konstruktions- und funktionsbedingt nur Holz bis max. 30% Holzfeuchte problemlos verheizen. Hackschnitzelanlagen nach dem Vergasungsprinzip arbeitend, jedoch bei Heizwertminderung, bis 50–60% Holzfeuchte.

### 3.0 Die zehn wesentlichen Grundsätze für den störungsfreien Betrieb von Hackschnitzelverbrennungsanlagen

1. Hackschnitzelverbrennungsanlagen kleinerer bis mittlerer Leistungsgrößen (bis 200 000 kcal oder 230 kW), bestehend aus einem herkömmlichen aber geeigneten Wechselbrand- oder Holzkessel mit guter Isolation, langen Rauchgaswegen, ausreichend großem Feuerungsraum und der dazugehörigen weitgehend automatisch arbeitenden Hackschnitzelzuführeinheit bieten nicht ganz den Komfort flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe. Je nach Funktionsprinzip (Verbrennung oder Vergasung), Anlagengröße, Ausstattung, Brennstoffqualität und des benötigten Wärmebedarfes ist eine tägliche bis wöchentliche Beschickung, Wartung und Pflege (Reinigung des Kessels von Asche und sonstigen unverbrennbaren Schlackenbestandteilen) notwendig.
2. Lufttrockene Hackschnitzel mit einem Feuchtegehalt von ca. 20–30% erhöhen einerseits die Energieausbeute mit positiven Auswirkungen auf den Holzbedarf und die erforderlichen Lagerkapazitäten, Bereitstellungskosten und verringern andererseits die Umweltbelastungen durch günstigere Emissionswerte. Weiterhin wird die Funktionssicherheit der Anlagen und die Lagerfähigkeit der Hackschnitzel erheblich verbessert. Dies gilt auch, wenn auch abgeschwächt, für die Vorofensysteme, die nach dem Vergasungsprinzip arbeiten und etwas feuchteres Holz (35 bis 40%) verarbeiten können. Sind diese Feuchtigkeitswerte auf dem Wege der natürlichen Trocknung nach vorangegangener 2- bis 3-monatiger Lagerung des Holzes während der Sommermonate aus vielerlei Gründen (Forstschutz etc.) nicht zu erreichen, so ist eine Vortrocknung mit Kalt- oder Warmluft unumgänglich.
3. Je nach Art und Größe der Beschickungsorgane der Zuführeinheit und zur Verringerung der Brückenbildung im Vorratsbehälter sind Hackschnitzellängen von 5–30 mm notwendig. Rührwerke (Rüttelbleche, rotierende Werkzeuge) haben sich zum störungsfreien Austrag und Betrieb der Anlagen in der Praxis bewährt. Die feineren Sägespäne sind nur in Vermischung mit Hackspänen verheizbar; Spreißel und Industriespäne müssen zur Vermeidung von Störungen im Zuführsystem auf die geforderte Länge gebracht werden. Einzelne Anlagen fordern sogar maximale Längen von 5 mm. Unter diesem Aspekt sind die einzelnen Hackmaschinen zu überprüfen.

4. Bei Hackschnitzelverbrennungsanlagen, die nach dem Vorofen- bzw. Vergasungsprinzip arbeiten, muß der Vorofen möglichst nahe am eigentlichen Heizkessel angebaut werden, da sich sonst die Heizgase zu stark abkühlen.
5. Bei Installation und Betrieb sind die feuerpolizeilichen Bestimmungen der jeweiligen Bundesländer zu beachten; sie werden von den jeweiligen Kreiskaminkehrermeistern überwacht. Sie geben auch Auskunft über die Anordnung und Einbindung der jeweiligen Anlage in der vorhandenen baulichen Substanz (Kamine, Abstandsfragen). Es sollen Anlagen verwendet werden, die den jeweiligen Bestimmungen des TUV und den gesetzlichen Bestimmungen des Bundesimmissionsschutzgesetzes von 1975 entsprechen. Nach diesem Gesetz sind maximal zulässige Emissionswerte von 300 mg/m<sup>3</sup> Luft erlaubt.
6. Alarmanrichtungen bei Ausfall durch Strom oder Fremdkörpereinwirkung sind ebenso wichtig wie Regelsysteme, die den Rückbrand in den Schnitzelbehälter, den Wiederanlauf bei Stromstörungen und die Behälterleere anzeigen.
7. Zur Verbesserung des Verbrennungsvorganges ist neben einer funktionsgerechten Primärluftführung eine dosierbare Sekundärluftführung mittels Gebläse unumgänglich.
8. Fällt die Elektrizität aus, so steht in der Regel die Anlage still bzw. läuft nach längerem Elektrizitätsausfall nicht wieder selbständig an. Bei Anlagen, die die Hackschnitzel durch den freien Fall von oben in den Brennraum einspeisen, entfällt dieser Nachteil. Weiterhin kann durch Kesselkombination mit anderen Festbrennstoffen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen, wirksame Abhilfe geleistet werden. Dies gilt besonders für die Überbrückung bei längerer Abwesenheit. Die Vorschaltung entsprechend groß dimensionierter Schnitzelbehälter wäre in diesem Fall eine weitere Alternative.
9. Anlagen aus rostfreiem Stahl und gute Ausfütterung mit feuerfestem Material in entsprechender Stärke versprechen eine entsprechend lange Lebensdauer.
10. Dem Preis der Anlage soll nach Berücksichtigung der vorgenannten Kriterien und eines entsprechenden Service bei der Planung, Installation und der Kundendienstleistung erst zweite Priorität beigemessen werden. Eine gründliche Information, Beratung unter Einschluß eines Heizungsfachmannes, hilft überflüssigen Ärger und Kosten zu vermeiden.

#### 4.0 Arten und Systeme von Hackschnitzelheizanlagen

Neben den in der Schweiz von der Fa. Schmid Eschikon und Koehler & Bosshardt, Basel, bekannten automatischen Schnitzelverfeuerungsanlagen größerer Leistungskapazität (Abb. 10) gibt es neuerdings und hauptsächlich aus Skandinavien kleinere Anlagengrößen (sogenannte Stokeranlagen) mit Heizkapazitäten von 100.000 - 1,3 Mio. kJ/h (25.000 bis 300.000 kcal/h). Für landwirtschaftliche Betriebe und forstliche Anwesen kommen Anlagen mit Heizkapazitäten von 100.000 - 400.000 kJ/h (25.000 - 100.000 kcal/h) in Frage. Diesen Hackschnitzelheizsystemen sind folgende Merkmale gemeinsam:

- > Wahl unterschiedlich großer Brennschnitzelsilo, die variabel an die räumlichen Verhältnisse angepaßt werden können. Ihnen können Hackschnitzelvorbunker mit einem Fassungsvermögen von bis zu 20 m<sup>3</sup> vorgeschaltet werden.
- > Austrag und Zuführung der Hackschnitzel zur Brennkammer erfolgt mittels Förderschnecken oder spezielle Transporteinrichtungen. Die Steuerung der Hackschnitzelzufuhr erfolgt über die variierbare Schneckengeschwindigkeit,

bestimmt von der gewünschten Heizkesseltemperatur mittels eines elektronischen Reglersystemes.

Zusätzliche Einspeisung von Sekundärluft mittels Gebläse aktiviert den Verbrennungsprozeß.

In der Regel können die vorhandenen Heizkessel (Öl-, Feststoff-) ohne bzw. nach kleinen Umbauten verwendet werden.

Die Hackgutlängen dürfen max. 40 mm betragen; sogenannte Industriehackschnitzel sind nur verwendbar, wenn feine Späne oder Sägemehl in einem bestimmten Verhältnis gemischt werden. Sägespäne können aufgrund der zu geringen Luftdurchlässigkeit als alleiniges Brennmaterial nicht verwendet werden.

- > Der Investitionsaufwand ohne Montage beläuft sich je nach Kapazität der Anlage auf ca. 6.500 (100.000 kJ/h) bis ca. 20.000 DM (1,0 Mio. kJ/h).

Unterschiede bestehen in:

- > der Verfeuerungsart der Hackschnitzel; neben der Direkteinspeisung und dem Verbrennen im Ober- und Unterbrand gibt es das dem Kessel vorgeschaltete Vorofensystem. Bei diesem schlägt die Flamme des entzündeten Gases aus dem Vorofen in den eigentlichen Heizkessel.
- > der max. verarbeitbaren Holzfeuchte; bei den Ober- und Unterbrandsystemen mit direkter Einspeisung der Hackschnitzel darf die Holzfeuchte nicht mehr als 30 %, beim Vorofensystem kann sie bis zu 50 - 60 % betragen.
- > der Ausstattung gegen Brückenbildungen im Schnitzelbehälter (ohne oder mit Rührwerken).
- > der Anbindung bzw. dem max. zulässigen Abstand der Anlage vom installierten Heizkessel.
- > der Sicherheitsausstattung gegen Rückbrand in den Schnitzelbehälter (Schleuse, Schieber, Sprinkler), Überhitzungsschutz und Überlastschutz gegen Fremdkörper (Spreißel, Steine etc.).

#### 4.1 Monsteras-Stoker

Die schwedische Firma MMV bietet eine automatische Hackschnitzelzuführeinrichtung für Unterbrandkessel mit einer Heizkapazität von 120.000 - 640.000 kJ/h an. Sie besteht aus einem in Selbstbauweise erstellbaren V-förmigen, 4,5 m langen und max. 25 m<sup>3</sup> fassenden Hackschnitzelbehälter (Anordnung Abb. 1, 2), der auf einem Blechtrog mit Entnahmeschnecke aufgebaut wird, einer den Rückbrand verhindernden Schleuse und Zuführschnecke zur Verbrennungsschale im Ofen. Die Zuführ- und Entnahmeschnecke ist mit dem Kesselthermostat verbunden. Fällt die auf 80 ° C eingestellte Kesseltemperatur ab, so läuft die Anlage automatisch mit der vom Variator

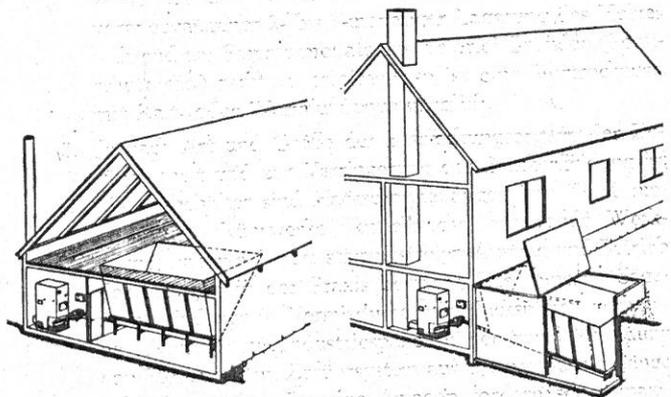


Abb. 1: Beschickung der Hackschnitzel von oben aus Dachspeicher

Abb. 2: ebenerdige Beschickung der Anlage, eingebaut im Keller des Hauses

vorgegebenen, einstellbaren Schneckengeschwindigkeit an. Zur Aufrechterhaltung der Temperatur sorgt eine Zeitschaltung, die auf einen unterschiedlich langen Zeitraum eingestellt werden kann (z. B. 10 Sek. Laufzeit alle 3 Min.). Die Anlage kann mit bestimmten oder umgebauten Oberbrandkesseln sehr flexibel den jeweiligen baulichen Verhältnissen angepaßt werden.

#### 4.2 Skogma-Stoker 077 und 801, 802, 803

Ähnlich konzipiert wie der Monstera-Stoker ist der Skogma 077-Stoker. Abweichend ist die Größe des Schnitzelbehälters (450 l), der zudem gegen Brückenbildung der Hackschnitzel im Behälterinnenraum mit einem Rüttelmechanismus ausgestattet ist. Daneben kann die Geschwindigkeit der Austrags- und Zuführschnecke über ein Stellrad und Variatorscheibe stufenlos eingestellt werden. Diese Zuführeinheit kann in der Regel an alle Unterbrandfeststoffkessel angepaßt werden. Sie wird besonders in Verbindung mit dem CTC-Kessel 450 (45.000 kcal/h) eingesetzt. Er kann als Wechselbrandkessel mit Sekundärluftzufuhr auch mit anderen Festbrennstoffen, aber auch mit Öl und Gas kombiniert werden. Optimal sind Hackschnitzellängen von 5 - 12 mm (keine Sägespäne) und Holzfeuchten von 20 - 25 %.

Die mit dem Skogma-Stoker 077 gesammelten dreijährigen Erfahrungen fanden ihren Niederschlag in den fünf Größen (20 bis 120 kW) der neuen Skogma 800-Generation, die in Funktion und Installation verbessert und vereinfacht wurden. Das mit Gegenbrandschleuse, zwei getrennt übereinanderliegenden Austrags- bzw. Zuführschnecken, thermostatischer Steuerung, Sicherheitsausrüstung gegen Fremdkörper, Stromausfall und Leerlauf ausgestattete Unterschubfeuerungs-system kann mit geeigneten konventionellen Wechselbrand- oder Holzkesseln im Unterbrandsystem, kombiniert und betrieben werden, soweit es die Möglichkeit des Anschlusses über die vordere Aschenluke oder die des Ölbrenners bietet. Letzteres gilt auch für die anderen Stoker-Anlagen. Vielfach werden sie in Verbindung mit CTC-Kesseln der Serie 260, 450 und 540

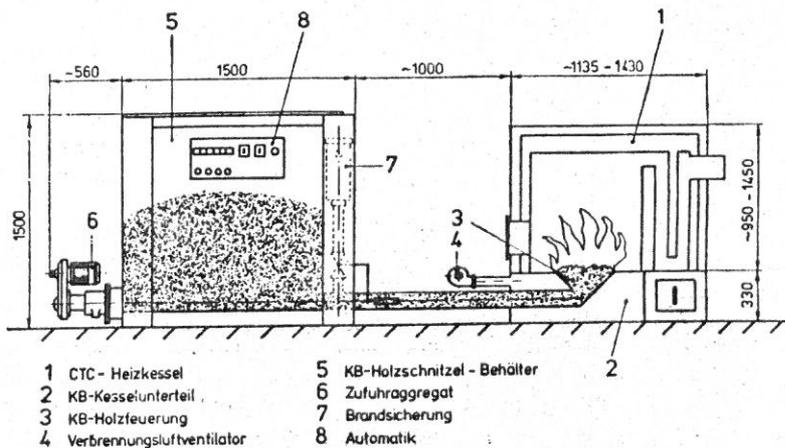


Abb. 4: Aufbau und Funktion der CTC - Koehler & Bosshardt Hackschnitzelverfeuerunganlage

#### 4.4 Passat-PGF

Zu den bekannten Passat-Feststoffbrennkesseln HO-30 (30.000 kcal/h), HO-45 (45.000 kcal/h), HO-65 (65.000 kcal/h) und HO-0 100 (100.000 kcal/h) gibt es neuerdings eine automatische Brennstoffnachführung (über Schnecke) für maximal 50 mm lange und 30% feuchte Hackschnitzel. Der Schnitzelbehälter faßt 500 oder 1000 l. Für bis zu 50% feuchte Hackschnitzel gibt es einen nach dem Vergasungsprinzip arbeitenden, speziellen Vorofen.

vertrieben. Die Schnitzelbehältergröße von 350 l (801), 570 l (802) bis 970 l (803) ist bei größtem Wärmebedarf auf ein tägliches Nachfüllen ausgelegt.

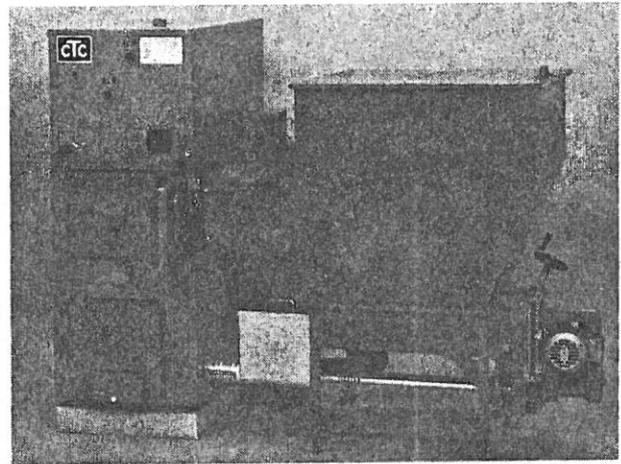


Abb. 3: Kombination zwischen CTC-Kessel und Skogma 800-Zuführeinheit

#### 4.3 CTC-Koehler Bosshardt Kleinschnitzel-fernung

Neuerdings bieten die schweizerischen Firmen CTC und Koehler Bosshardt (bekannt für automatische Hackschnitzel-unterschubfeuerungs-systeme bis 3 Mio. kcal/h) eine kleinere Systemeinheit in Verbindung mit den CTC-Kesseln 450, 550 und 640 (45.000 - 100.000 kcal/h) an. Wie bei den vorgenannten Systemen werden die Hackschnitzel mittels einer Schnecke aus dem Vorratsbehälter, dosiert von unten dem Brennraum zugeführt (Abb. 4) und verbrannt (Abb. 5).

Mit separaten, regulierbaren Primär- und Sekundärlufteinrichtungen wird bei oberem Abbrand, maximal 30% feuchten Hackschnitzeln eine gute Verbrennung mit einem guten Wirkungsgrad (ca. 80%) erreicht.

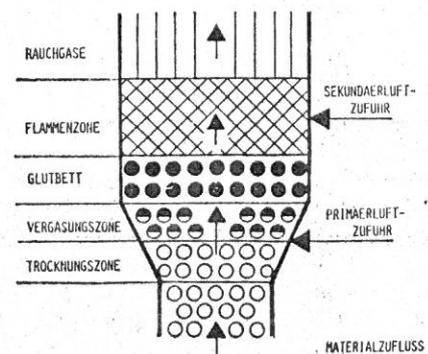


Abb. 5: Verbrennungsablauf bei einer von unten beschickten, automatischen Verbrennungsanlage

#### 4.5 Schwedstoker von Ånga & Värme

Abweichend von den bisher beschriebenen Systemen erfolgt eine Verschwelung bzw. Vergasung des Holzes in einem, dem konventionellen Kessel vorgeschalteten Vorofen. Er wird beschickt über eine Austrags- und Zuführschnecke aus einem 500 l aufwärts fassenden Vorbehälter, der unterschiedlich bzw. variabel den baulichen Verhältnissen angepaßt werden kann (Abb. 6).

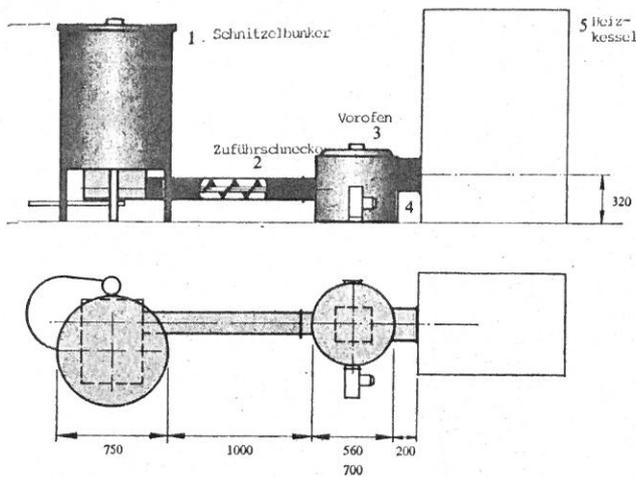


Abb. 6: Aufbau der Schwedstoker-Anlage mit Maßangaben in mm

Durch das Verschwelen bzw. Entgasen des Holzes kann bis zu 50 % feuchtes Holz, jedoch bei Heizwertminderung, verheizt werden. Die Anlage wird in vier Leistungsgrößen von 40.000 bis 200.000 kcal/h von der Kempff-Forsttechnik, Vaterstetten, im Inland vertrieben.

#### 4.6 Puma-Cello-Anlage

Die Puma-Cello-Hackschnitzelheizanlagen mit Heizkapazitäten von 65.000 kcal/h und 130.000 kcal/h sind im Aufbau und der Funktion ähnlich der Schwedstoker-Anlage. Der Schnitzelvorbunker kann wahlweise mit einem Fassungsvermögen von 600 oder 1200 l ausgestattet werden. Der Hackschnitzelaustrag und die Zuführung zum Vorofen erfolgt mittels Schnecken. In der Bundesrepublik wird diese Anlage von Igland-Forstmaschinen, Grafing/Obb., vertrieben.

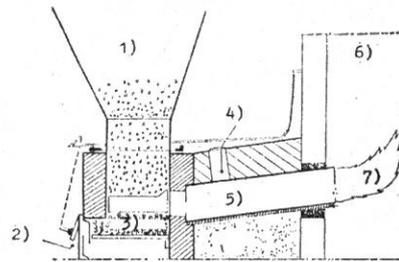
#### 4.7 Palmia-Stoker

Von der schwedischen Firma Wärme-Ekonomie AB, Söderhamn, werden zwei Anlagengrößen (60.000 - 120.000 kcal/h) für die Vorschaltung an Wechselbrand- bzw. Allesbrandkessel angeboten. Beide Typen bestehen aus einem Brennschnitzelvorbunker (Typ 1 - 350 l, Typ 2 - 700 l), einer thermostatgesteuerten Schneckenaustragung über zwei Geschwindigkeiten und einer automatisch auslösenden Sprinkleranlage gegen Rückbrand. Diese Einheit kann mittels verstellbarer Stützdrüse an jede Höhe des Brennrostes angepaßt werden.

#### 4.8 IWABO-Anlage

Die von der schwedischen Firma Borgströms, Kilafors, hergestellte IWABO-Hackschnitzelverfeuerungsanlage mit einer Heizkapazität von 100.000 kcal/h arbeitet ähnlich wie die Schwedstoker- und Poma-Anlage nach dem Vergasungsprinzip. Sie unterscheidet sich aber von den beiden letztgenannten Arten durch die Zuführung der Hackschnitzel im freien Fall aus dem Brennschnitzelbehälter (375 - 600 l), dem Entfallen eines separaten Vorofens und damit der Zuführschnecken, dem höheninstellbaren Rost und der steuerbaren Primär- und Sekundärluftführung. Die Einheit kann an herkömmliche Ölheizkessel angeschlossen werden, aber auch in Kombination mit Öl-, Gas- oder sonstigen Festbrennstoffen betrieben werden (Abb. 7).

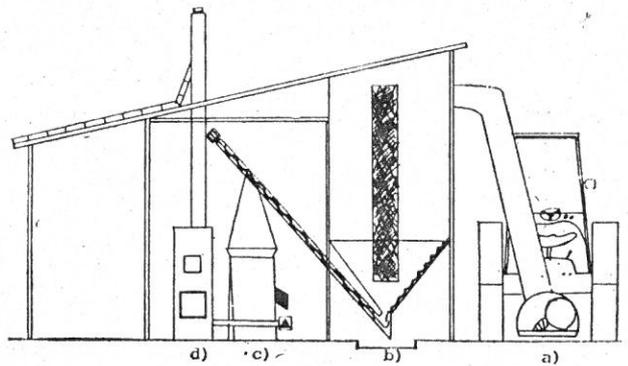
Alle bisher beschriebenen kleineren Anlagen können auch mit einem vorgeschaltetem Schnitzelhauptbunker (Fassungsvermögen bis zu 6 Monaten), der wiederum mittels Schnecken den Schnitzelvorbunker befüllt, ausgestattet werden. Zentralrohrsilos können gleichzeitig das Trocknen der waldfrischen Hackschnitzel bewerkstelligen. Diese Lösung ist jedoch sehr kapital-



- |                          |                 |           |
|--------------------------|-----------------|-----------|
| 1) Hackschnitzelbehälter | 3) Brennrost    | 6) Ofen   |
| 2) Primärluft            | 4) Sekundärluft | 7) Flamme |
|                          | 5) Gashals      |           |

Abb. 7: Aufbau der IWABO-Anlage

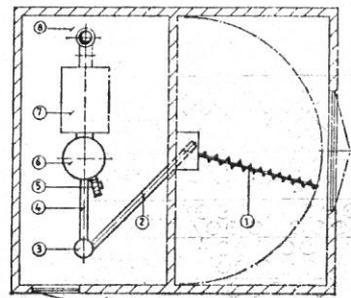
intensiv, ganz im Gegensatz zur ebenerdigen Lagerung in Boxen und händischer bzw. maschineller (Frontlader, Schnecke, Förderband) Beschickung des Vorbunkers (Abb. 8).



- a) Gebläse    b) Zentralrohrsilos    c) Vorbunker    d) Heizkessel

Abb. 8: Kombination mit Zentralrohrsilos

Als weitere Alternative könnte der ebenerdige Schnitzelbunker mit einer sogenannten Pendelschraube bzw. Fegeschnecke ausgestattet werden, der die Hackschnitzel einem Entnahmeschacht zuführt, aus dem dann die Förderschnecke die Hackschnitzel dem Vorbunker zuführt (Abb. 9).

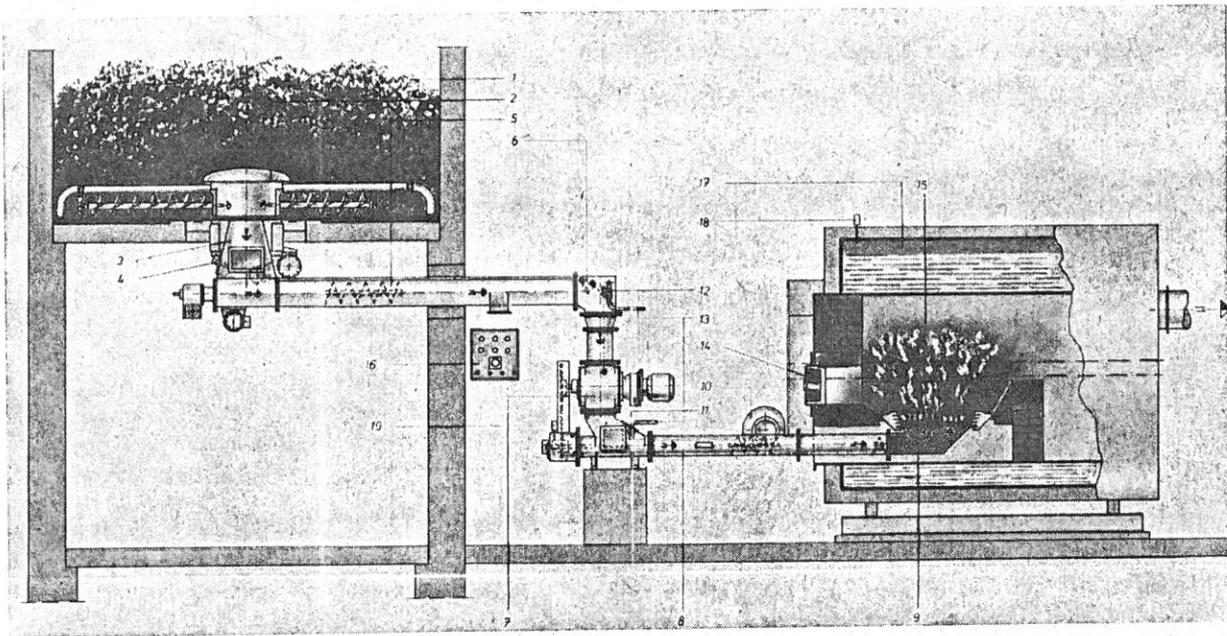


- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 1 Pendelschraube, max. 3000 mm | 5 Gebläse |
| 2 Förderschnecke, max. 3000 mm | 6 Vorofen |
| 3 Vorratsbehälter              | 7 Kessel  |
| 4 Förderschnecke               | 8 Kamin   |

Abb. 9: Hackschnitzelbunkeranordnung mit Entnahme durch eine rotierende Entnahmeschnecke

#### 4.9 Hackschnitzelunterschubfeuerungs-systeme größerer Leistungskapazität

Die deutsche Firma Schmidt, Leverkusen, sowie die schweizerischen Firmen Schmid AG, Eschlikon, Koehler & Bosshardt, Basel und die österreichische Firma Kohlbad, Wolfsberg, bieten in Aufbau und Funktion nahezu ähnliche Unterschubfeuerungen mit Heizkapazitäten von 1,0 Mio. bis 15 Mio. kJ/h an (Abb. 10). Sie sind daher ausschließlich für die Beheizung



- |                             |                        |                          |                    |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 Schnitzelbunker           | 6 Brandschutzklappe    | 11 Primärbrandsicherung  | 16 Schaltschrank   |
| 2 Bunkeraustrageeinrichtung | 7 Zellenradschleuse    | 12 Sekundärluftsicberung | 17 Kessel          |
| 3 Sammelkasten              | 8 Unterschubschnecke   | 13 Wasseranschluß        | 18 Thermostat      |
| 4 Füllstandsanzeiger        | 9 Feuermulde           | 14 Feuerungstür          | 19 Drehzahlwächter |
| 5 Förderschnecke            | 10 Sekundärluftgebläse | 15 Oberluftdüsen         |                    |

Abb. 10: Aufbau und Funktion einer automatisiert arbeitenden Unterschubhackschnitzelverbrennungsanlage

größerer Gebäude wie z. B. Gemeindezentren, Krankenhäuser, Altersheime etc. geeignet. Für den vollautomatischen, störungsfreien Betrieb sind sie mit thermostatgesteuerter Zufuhr der Hackschnitzel, einer exakt abgestimmten Primär-, Sekundärluftführung, umfangreicheren Brandsicherungen (Zellenrad-schleuse, Sprinkleranlage, Sicherheitsklappen) und mit Rauchgasentstaubungsanlagen ausgestattet. Die Zuführung der Hackschnitzel erfolgt in der Regel über Schneckensysteme, bei der Kohlbachschens Anlage über hydraulisch betätigte Schieber.

### 5.0 Wirtschaftlicher Vergleich zwischen Heizöl und Brennhackschnitzel

Vergleichsberechnungen zwischen dem Heizöl und den Brennhackschnitzeln können nur unter bestimmten, überschaubaren Annahmen durchgeführt werden. Ausgehend von einem Heizölpreis von 0,65 DM/l bzw. 0,78 DM/kg incl. Mehrwertsteuer bei 4.000 l Abnahme fallen bei einem mittleren jährlichen Verbrauch eines landwirtschaftlichen Betriebes von 7.000 l Heizöl 4.550 DM Heizölkosten an. Einschließlich der Amortisations-, Wartungs- und Pflegekosten der Anlage in Höhe von ca. 500 DM/Jahr sind Gesamtjahreskosten von ca. 5.000 DM zu erwarten.

Eine Hackschnitzelzuführeinheit zum vorhandenen Heizkessel mit einer Heizkapazität von 40.000 – 50.000 kcal/h kostet je nach Fabrikat und Typ ca. 7.000 – 9.000 DM, mit Installation ca. 8.500 – 11.000 DM. Für eine zehnjährige Amortisation, einschließlich Pflege und Wartung sind Jahreskosten von 1.000 bis 1.500 DM zu erwarten. Für den Ersatz von 7.000 l Heizöl sind nach Tabelle 2 ca. 120 m<sup>3</sup> Waldhackschnitzel erforderlich, die einschließlich Transport und Einlagerungskosten ca. 2.000 DM kosten. Als Gesamtjahreskosten sind demnach 3.000 bis 3.500 DM zu erwarten. Für die Abgleichung des Holzwertes (120 m<sup>3</sup> Hackschnitzel entsprechen ca. 40 Rm Holz) stehen demnach 1.500 – 2.000 DM, bzw. 35 – 50 DM/Rm zur Verfügung. Ein für das bislang schwierig verwertbare Waldrestholz respektabler und ökonomisch interessanter Preis.

### 6.0 Zusammenfassung

Die allen Orts, vor allem im ländlichen Raum beobachtbare Wiederentdeckung des Brennholzes erfordert unter Anstrengung eines weitmöglichsten Bequemheitsgrades bei der Gewinnung des Brennholzes, vom Wald bis zum Ofen rationellere Techniken und Verfahren.

Mit der Konzipierung praxistauglicher Holzhackmaschinen dreipunkt montierbarer Art bis hin zu mobilen LKW-Hackern wurde das erste Glied der Hackschnitzelkette mittlerweile verwirklicht. Ebenso ist der Transport, die Ein- und Auslagerung, sowie die eventuell notwendige Trocknung der Hackschnitzel weitgehend gelöst. Das Endglied der Hackschnitzelkette — die Verbrennung — wurde bereits durch schweizerische Bemühungen, und hier besonders durch die Initiativen der Zentralstelle für Holzverfeuerungen Solothurn, für Unterschubfeuerungsanlagen größerer Heizkapazität (siehe 3.9) verwirklicht. Hackschnitzelverbrennungsanlagen für Kleinverbraucher mit Heizkapazitäten von 30.000 – 120.000 kcal/h fehlten dagegen bisher vollends am Markt. Erst durch die Auswirkungen der zweiten Energiekrise mit rapid ansteigendem Preistrend für Heizöl entwickelten erstmalig skandinavische und neuerdings auch mitteleuropäische Heizanlagenfirmen automatisch arbeitende, variabel an die jeweilige vorhandene gebäudliche Situation anpaßbare Zusatzeinrichtungen für bestehende Öl- oder Feststoffbrennkessel. Sie sind ausgestattet mit Schnitzelvorbunkern, Austrags- und Zuführschnecken sowie entsprechenden Sicherheitseinrichtungen. Die mittlerweile von 18 europäischen, davon 15 schwedischen Firmen gefertigten Anlagen können auf 2 Systemgruppen — der direkten Einspeisung und Verbrennung (Ober-, Unterbrand) oder der Vergasung in Voröfen — aufgeteilt werden. Letztere können, wenn auch unter Heizwertminderung, feuchtere Waldhackschnitzel mit maximal 50 % Wassergehalt verheizen.

Die Schließung dieser Lücke in der Hackschnitzelkette hat in Skandinavien und hier besonders in Schweden zur starken

Verbreitung dieser Technologie im bäuerlichen Waldbesitz beigetragen. So befinden sich nach schwedischen Angaben ca. 3.000 Anlagen bei ungebrochen starker Nachfrage im Einsatz. Auch in der Bundesrepublik wurden mittlerweile mehrere Anlagen installiert.

Wenngleich der hohe Komfort des Heizöles und Erdgases nicht erreicht werden kann, so ermöglichen die Hackschnitzel aus Abfallhölzern des Waldes und der Fluren von der Erzeugung bis zum Ofen arbeitswirtschaftliche, waldbauliche und

ökonomische Vorzüge, die ihn zurecht als den Holzbrennstoff der Zukunft einstufen, der etwas von der gewohnten Bequemlichkeit des Heizöles und Erdgases vermittelt.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Fw. W. Denninger  
KWF — Mechan. techn. Abt.  
Sprembergerstraße 1  
6114 Groß Umstadt

## 8. KWF-Tagung 1981 in Kassel

Nach der KWF-Tagung 1977 in Schmallenberg und den Arbeitstagungen in Donaueschingen und Groß-Umstadt führt das KWF, nunmehr im 4-jährigen Turnus, seine 8. Großtagung in der Zeit vom 12. – 15. Mai 1981 in Kassel unter dem Thema „Bestandesbegründung im Mittelgebirge“ durch.

Neben Fachvorträgen zum Tagungsthema werden auch bei dieser KWF-Tagung in einer 1½-tägigen Exkursion in die Forstämter Gahrenberg, Hofgeismar und Reinhardswald — in Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Praktikern — Exkursionsbilder zum Tagungsthema gezeigt, sowie bewährte,

früher schon einmal als Neuheiten vorgestellte und seither weiter entwickelte Maschinen vorgeführt. Wiederum wird den Herstellern bzw. Importeuren neu entwickelter Forstmaschinen Gelegenheit gegeben werden, diese auf einer „Messe auf der grünen Wiese“, zum Teil auch bei der Arbeit, vorzustellen. Am 15. Mai ist eine Nachexkursion geplant.

KWF-Mitglieder erhalten ab Ende Oktober Programme und Anmeldeunterlagen zugestellt. Andere Interessenten können ab genanntem Zeitpunkt diese Unterlagen beim KWF, Spremberger Straße 1, 6114 Groß-Umstadt anfordern.

## Das KWF gratuliert seinen langjährigen Mitgliedern



### Dr. Eduard Kmonitzek

80 Jahre

Ehrenmitglied des KWF  
Oberlandforstmeister im BML bis 1962

*Herzliche Geburtstagsgrüße zum 28. November werden verbunden mit nochmaligem Dank für die aktive, anregende Mitwirkung in der Technischen Zentrale der deutschen Forstwirtschaft (TZF), im FPA und mit allen guten Wünschen für das weitere Wohlergehen*

*der Vorstand und Verwaltungsrat des KWF  
die Mitarbeiter des KWF  
der Forsttechnische Prüfausschuß (FPA)  
die Schriftleitung und der Verlag der FTI.*

(Lebenslauf siehe FTI 11/70 und 11/75)

zum 65. Geburtstag

am 1. November 1980 Herrn Oberamtsrat Karl Schneider.

1934 erhielt Karl Schneider die Zulassung zur Forstlaufbahn und begann seine forstliche Lehrzeit im Forstamt Groß-Gerau, die 1935 zur Ableistung seiner Dienstzeit bei den Kasseler Jägern für 2 Jahre unterbrochen wurde.

1938 kam er zur Forstschule nach Schotten. Gleich zu Beginn des Krieges 1939 wurde er eingezogen und war während seiner insgesamt 10-jährigen Soldatenzeit, in der er zahlreiche und hohe Auszeichnungen erhielt, am Westwall, nahm am Frankreich-Feldzug teil, wurde später an der Südfront in Rußland eingesetzt und erlebte als Ordonnanzoffizier im Brigadestab und später als Kompaniechef in Nordfinnland und Norwegen das Ende des Krieges. Erst 1947 kehrte er aus Kriegsgefangenschaft nach Hause zurück.

Wenn er auch trotz starker Einsätze ohne eine Verwundung den Krieg überstanden hat, so war sein Gesundheitszustand doch durch Krankheiten, die er sich in Rußland geholt hatte, sehr stark angeschlagen. Diesem Umstand war es zu verdanken, daß er, a. v. geschrieben, 1943 während eines Heimataufenthaltes seinen Vorbereitungsdienst zur Revierförsterprüfung absolvieren konnte und im gleichen Jahr noch zum apl. Revierförster ernannt wurde.

Nach Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft fand er im Forstamt Göringen in der Revierförsterei Ober-Breitenbach Verwendung, die ihm 1949 zur selbständigen Führung übertragen wurde. Hier stellte er erstmals sein fachliches Können und sein Organisationsgeschick unter Beweis als es darum ging, die großen Wunden, die die Kriegsjahre dem Wald zugefügt hatten, wieder zu heilen.

Mit Schwung und Elan wurden unter den damals schwierigen Voraussetzungen Neukulturen geschaffen, wobei er nach rationellen und wirtschaftlichen Arbeitsverfahren suchte.

Obwohl Schneider schon 1943, während des Krieges, zum apl. Revierförster ernannt worden war, mußte er sich 1951 noch der Revierförsterprüfung unterziehen, die er als Zweitbester seines Jahrgangs bestand. 1953 folgte die Ernennung zum Revierförster und 1956 wurde ihm dann die Revierförsterei Eudorf im Forstamt Eudorf planmäßig übertragen.

Die praktischen Erfahrungen, die er bei dem sehr umfangreichen Arbeitsvolumen der Nachkriegsjahre im oberhessischen Raum gesammelt hatte, bildeten schließlich die Grundlage für seine spätere Tätigkeit als Arbeitslehrer.

Im Mai 1959 kam er zum Forstamt Lampertheim und übernahm dort die Revierförsterei Wildbahn mit gleichzeitiger Tätigkeit als Arbeitslehrer am Lehr- und Versuchsbetrieb für Waldarbeit und Forsttechnik. Dieser Aufgabe widmete er sich mit der ganzen ihm zur Verfügung stehenden Kraft und Energie, und als 1971 die Revierförsterei von der Amtratsstelle beim Lehrbetrieb getrennt wurde, war die Ausbildertätigkeit für ihn sein ganzer Lebensinhalt.

Sein Engagement und sein selbstloser Einsatz, der keinen 8-Stunden-Tag kannte, wurde mit der Ernennung zum Oberamtsrat 1971 und mit der Verleihung der Verdienstmedaille in Bronze, des Hess. Ministers für Landwirtschaft und Umwelt 1975, honoriert.

Ob es sich um die Ausbildung der jungen Waldarbeiter oder der jungen Revierförster handelte, oder um die Weiterbildung der älteren Kollegen, stets war er mit voller Hingabe bemüht, sein Wissen anderen zu vermitteln. Sein Einfühlungsvermögen, seine pädagogischen Fähigkeiten trugen wesentlich dazu bei, daß die Unterrichtsgestaltung und auch die Betriebsberatungen, zu denen er des öfteren gerufen wurde, in voller Harmonie verliefen.

Sein ausgleichendes, stets hilfsbereites Wesen in Verbindung mit seinem überdurchschnittlichen fachlichen Wissen und Können waren die Grundlage für seine Lehrerfolge.

Wie sehr man sein fachliches Wissen zu schätzen wußte, geht aus der Tatsache hervor, daß er in zahlreichen anderen Gremien auch tätig war. So wurde er 1967 für 4 Jahre als Prüfer in den Forstschulprüfungsausschuß berufen. Ferner war er über 20 Jahre als Prüfer in den Revierförsterprüfungen tätig, bei denen der forstliche Nachwuchs der beiden letzten Jahrzehnte bei ihm durchgelaufen ist. Als Prüfer fungierte er weiter bei der Forstwirt- und Forstwirtschaftsmeisterprüfung. Mit Einführung des neuen Berufsbildungsgesetzes wurde er als Ausbildungsberater für die Forstwirtausbildung bestellt und gleichzeitig in den Berufsbildungsausschuß berufen.

Wegen seiner weit über die Landesgrenzen hinaus bekannten Tätigkeit auf dem Gebiet der Waldarbeit und Forsttechnik, aber auch der Arbeiter- und Beamtenausbildung, ist er auch langjähriges Mitglied des KWF und wurde 1971 vom KWF in den Verwaltungsrat berufen.

1968 holte ihn der Hess. Forstverein als aktives Mitglied in seinen Fortbildungsausschuß, und zwei Jahre später trat der Deutsche Forstverein an ihn heran, ebenfalls in seinem Fortbildungsausschuß tätig zu sein.

Von 1957 bis zu seiner Pensionierung war er ferner Beisitzer der Disziplinarkammer beim Verwaltungsgericht in Darmstadt.

1974 konnte er sein 40-jähriges Dienstjubiläum begehen.

Wenn Karl Schneider nun am 1. 11. 1980 in den Ruhestand tritt, begleiten ihn für den weiteren Lebensabend die herzlichsten Glückwünsche seiner Mitarbeiter, aber auch die der großen Zahl derer, denen er während seiner Tätigkeit als Arbeitslehrer, Ausbilder und Prüfer das Rüstzeug für die spätere Tätigkeit mitgegeben hat. Mögen dem Jubilar noch zahlreiche Jahre bei bester Gesundheit im Familienkreise beschieden sein.

F. Regel

#### Hinweis

Der KWF-Motivationsfilm „Aus Unfällen mit der Motorsäge lernen — Waldarbeiter berichten“ (Farbfilm, 16 mm Lichtton, Laufzeit 13 min.) kann ab sofort unter Bestell-Nr. 784 beim

AID, Postfach 20 07 08, 5300 Bonn 2 entliehen werden. Ab Mitte November steht dieser Film auch den Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften zur Verfügung.

Herausgeber: Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) e. V.  
Schriftleitung: Dr. Dietrich Rehschuh, Sprembergerstraße 1, 6114 Groß Umstadt, Telefon (0 60 78) 20 17-19 - „Forsttechnische Informationen“ Verlag: Fritz Nauth Erben u. Philipp Nauth Erben, Bonifaziusplatz 3, 6500 Mainz 1, Telefon (0 61 31) 6 29 05 + 01 16 59 - Druck: Gebr. Nauth GmbH, 6500 Mainz 1  
Erscheinungsweise: monatlich - Bezugspreise jährlich einschl. Versand und 6% MWSt. 35,- DM. Zahlung wird im Voraus erbeten auf Konto „Fritz und Philipp Nauth“ Nr. 20032 Sparkasse Mainz oder Postcheckkonto Ludwigshafen Nr. 78628-679 - Kündigungen bis 1. 10. jed. Jahres - Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlegers. Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Mainz - Anschrift des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik e. V.: Sprembergerstraße 1, 6114 Groß Umstadt  
Einzelexemplar: DM 3,-. Bei Bestellung den Betrag bitte in Briefmarken einsenden an den Verlag. — Bei Mehrbestellung gegen Rechnung