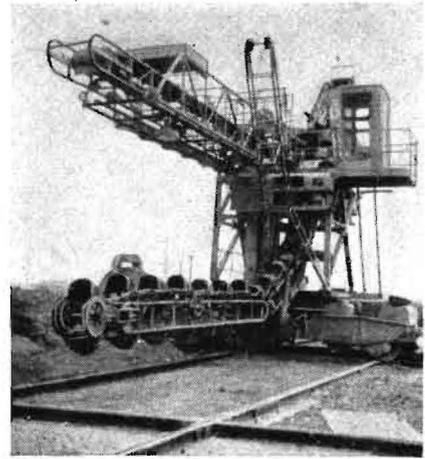


Bild 3 (links)
Gerät zum Aufbringen
des Klärschlammes

Bild 4 (rechts)
Umsetzmaschine



Leistung und wird dann 10 bis 15 % der Abfälle von Brau verarbeiten können.

Die industrielle Kompostherstellung aus Siedlungs- und Industrieabfallstoffen in der CSSR kann uns bei unseren Bemühungen um die Abfallverwertung als Beispiel dienen. Der eingeschlagene technische und organisatorische Weg des Werkes ist aus den Erfahrungen bestehender Einrichtungen, wie z. B. in Jeneč, weiterentwickelt worden. Beachtlich ist die Weiterentwicklung der für die Kompostierung eingesetzten Maschinen, insbesondere deshalb, weil sie nur für Einzel-exemplare bzw. für kleinste Serien erfolgte. Das Verfahren erscheint einfacher und weniger aufwendig als die evtl. auch

bei uns vorgesehene Kompostierung in Kammern. Ferner ist die Höhe der Haufen wesentlich größer als in den bei uns laufenden Betrieben (z. B. Brandenburg). Dadurch ist die Platzausnutzung günstiger. Eine enge Zusammenarbeit mit der CSSR erscheint uns bei der Lösung des Problems der Abfallverwertung unbedingt notwendig.

A 5014

Dr. G. VOGEL, KDT*,
Ing. F. FREUDENBERG,
Schlossermeister F. PANNIER**

Ergebnisse zur Freilandbodenheizung mit Abwärme im VEB Kraftwerk Zschornowitz

Nachdem sich in Versuchen, über die bereits berichtet wurde [1] [2], zeigte, daß zur Bodenheizung im Freiland auch Wasser mit niedriger Temperatur (25 bis 40° C) vorteilhaft verwendet werden kann, galt es nunmehr in Realisierung der Beschlüsse des 8. Plenums des ZK der SED dieses Verfahren in die Produktion einzuführen und unter den gegebenen praktischen Bedingungen zu erproben. Eine Erprobung dieses Bodenheizverfahrens im Industriebetrieb war besonders deshalb notwendig, weil nicht alle im Zusammenhang mit der Einführung von Bodenheizanlagen offenstehenden Fragen im Institut für Gemüsebau Großbeeren [1] [2] geklärt werden konnten. Das bezieht sich vor allem auf zwei Fragen: Erstens, welchen Einfluß nimmt die Luftverschmutzung, insbesondere die Ablagerung von Flugasche und Schwefel auf Wachstum und Ertrag der Gemüsekulturen und zweitens, ob und in welchem Maße führt das verschmutzte Kühlwasser zu Rohrverstopfungen? Ferner muß noch bestätigt werden, ob auch bei Verwendung von Kühlwasser mit dem vorgeschlagenen Heizsystem das Bodenheizverfahren wirtschaftlich angewendet werden kann. Dabei interessierte der Material- und Kostenaufwand der Bodenheizanlage vor allem aber unter Berücksichtigung der Ausnutzung von örtlichen und betrieblichen Reserven.

Charakteristik des Wärmekraftwerkes

Das Werkkollektiv erkannte schon sehr früh, daß die Nutzung von Industrieabwärme unter den Bedingungen des Sozialismus eine objektive Notwendigkeit ist und im gemeinsamen Interesse von Industrie und Gartenbau steht [3]. Den Arbeitern des Kraftwerkes, die durch die Direktion in vorbildlicher Weise unterstützt wurden, ist es zu verdanken, daß durch eine sozialistische Arbeitsgemeinschaft der Bau einer 2000 m² großen Bodenheizanlage auf eigene Initiative innerhalb von vier Monaten abgeschlossen werden konnte. Bemerkenswert dabei ist, daß alle anfallenden Arbeiten im NAV durchgeführt wurden (Bild 1). Das Kraftwerk weist als Beispielsanlage unter Berücksichtigung der zu untersuchenden

Fragen sehr günstige Bedingungen auf. Aus den Kondensatoren fallen stündlich etwa 40 000 m³ warmes Kühlwasser an. Das Wasser erwärmt sich je nach dem Charakter des Kühlprozesses und der Außentemperatur auf etwa 25 bis 35° C. Das warme Wasser wird in Kühltürmen zurückgekühlt. Zur Abführung der Rauchgase sind entsprechend den vorhandenen Kesselanlagen dreizehn 100 bis 120 m hohe Schornsteine vorhanden. Mit den Rauchgasen fallen täglich etwa 200 bis 250 t Flugasche im Umkreis von etwa 2 km zur Erde. In unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes wirkt sich das so aus, daß das Bodenheizgelände jährlich mit einer Flugascheschicht von etwa 5 bis 8 cm bedeckt wird. Außerdem ist die Luft relativ stark durch Schwefelgase verunreinigt (etwa 0,45 bis 0,60 cm³ SO₂/m³ Luft), da das Bodenheizgelände an eine Anlage der Elektroschmelze grenzt. Das im Kraftwerk verwendete Kühlwasser ist wie in fast allen Dampfkraftwerken stark verunreinigt. Das zur Kondensation des Dampfes benötigte Kühlwasser ist Muldewasser und wird, bevor es in den Kondensator gelangt, geklärt. Über die Zusammensetzung des Wassers gibt Tafel 1 Auskunft.

Tafel 1. Wasseranalyse des für die Bodenheizung im Kraftwerk Zschornowitz verwendeten Kühlwassers

CaO	MgO	Cl	Karbo- nat- härte	Nicht- karbo- nat- härte	Gesamt- härte	pH- Wert	Schwebe- stoffe bei 105 °C
	[mg/l]		[°dH]	[°dH]	[°dH]		[mg/l]
141,7	28,7	121	4,62	13,58	18,2	7,2	42,4

Die im Kraftwerk Zschornowitz für eine Freilandbodenheizanlage gegebenen Bedingungen sind demnach in verschiedener Hinsicht schlecht. Für die durchzuführenden Versuche war dies aber günstig, weil unter diesen Bedingungen einige noch offene Fragen geklärt werden konnten.

Bau der Bodenheizanlage

Für die Bodenheizanlage wurden ausgediente Stahlrohre (Siederohre) aus Kesseln verwendet, die sonst zum größten Teil verschrottet werden. Diese Stahlrohre entsprechen nicht mehr den Sicherheitsvorschriften für Dampferzeugungsan-

* Institut für Gemüsebau, Großbeeren der DAL zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. J. REINHOLD).

** VEB Energieversorgung Halle, Kraftwerk Zschornowitz.



lagen, sind aber als Heizrohre für die Bodenheizung gut geeignet. Die für die Bodenheizung verwendeten Stahlrohre haben noch eine Nutzungsdauer von ungefähr 8 bis 10 Jahren, vorausgesetzt, daß sie vor dem Verlegen mit geeigneten Rostschutzmitteln (Prcolith) behandelt werden. Diese aus Dampferzeugungsanlagen ausgebauten Stahlrohre haben den Vorteil, daß sie sehr preisgünstig abgegeben werden und leicht erhältlich sind. Durch das Ministerium für Landwirtschaft, Erfassung und Forstwirtschaft und durch die Staatliche Plankommission sind die Industriebetriebe angewiesen worden, überflüssige Rohre für den Bau von Bodenheizanlagen abzugeben.

Die Stahlrohre mit lichten Weiten von 85 und 80 mm wurden im Abstand von 900 mm in 400 mm Bodentiefe verlegt (Bild 2). In Anpassung an die Geländeform konnte die Rohrstranglänge auf 70 m bemessen werden. Für die Wasserzu- und -rücklaufleitung wurden Stahlrohre mit einer lichten Weite von 200 mm verwendet, da die für diese Anlage vorgesehenen Rohrweiten von 100 bis 150 mm zur Zeit der Bauausführung nicht zur Verfügung standen. Zwischen Wasserzu- und -rückführungsleitung wurden Wasserverteilungsstücke mit je sechs Rohranschlüssen (Rohrpakete) angeschweißt (Bild 3). Die einzelnen Wasserverteilungsstücke (Rohrpakete) zwischen Wasserzu- und -rückführungsrohr können durch einen Flanschschieber gesondert geschaltet werden. Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, die einzelnen Rohrpakete mit Wasser unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit zu beschicken. Die Entfernung von der Warmwasserentnahmestelle bis zum Bodenheizgelände beträgt in diesem Beispiel 120 m, so daß für die Wasserzu- und -rückführung insgesamt nur 240 m Stahlrohr verlegt zu werden brauchten. Die Heizrohre wurden mit geringem Gefälle zur Kühlturmtrasse hin verlegt, so daß sich das Wasser im gesamten Rohrsystem im Selbstfluß, d. h. ohne Pumpenbetrieb, bewegt.

Kosten der Bodenheizanlage

Der beim Bau der Bodenheizanlage von 2000 m² Größe entstandene Material- und Kostenaufwand ist in Tafel 2 zusammengestellt.

Insgesamt entstand für das Schweißen und Verlegen der Rohre (einschließlich Grabenaushub und Planieren) ein Arbeitsaufwand von 3000 Stunden. Alle im Zusammenhang mit der Bodenheizanlage angefallenen Arbeiten wurden im NAW durchgeführt, so daß dem Betrieb nur Materialkosten in Höhe von 3850,- DM entstanden. Die Materialkosten der Bodenheizanlage, deren Höhe annähernd 20 TDM je Hektar

Bild 1. Teilansicht des ungenutzten Industriegeländes im VEB Kraftwerk Zschornowitz

Bild 2. Die aus Dampferzeugungsanlagen anfallenden Stahlrohre werden zu 70 m langen Rohrsträngen zusammengeschweißt und in 0,4 m Tiefe verlegt.

Bild 3. Rohrpaket mit Schieber. 1 Zentrale Wasserzuführungsleitung (Vorlauf), 2 Flanschschieber, 3 Wasserverteilungsstück, 4 Rohrstränge (6 Stück = Rohrpaket)

Tafel 2. Material- und Kostenaufwand der Bodenheizanlage im Kraftwerk Zschornowitz

Benennung	Materialmenge	Abmessungen des Materials [mm]	Masse des Materials [kg]	Materialkosten [DM]
Stahlrohr	1800 m	85 Ø	12 600	2200
Stahlrohr	240 m	200 Ø	3 400	600
Stahlrohr	100 m	38 Ø	200	35
Absperrschieber	12 St.	175 Ø	780	140
Wasserhähne	5 St.	3/4"		25
Meßblende	1 St.			50
Bodenthermometer	10 St.			100
Holzleisten	100 St.	40 x 35		150
Schweißmaterial				200
Transport,				
Sonstige Kosten				350

Insgesamt = 3850 DM

entspricht, sind gering und konnten nur erreicht werden, weil für diese Anlage weitgehend Altmaterialien aus betrieblichen Reserven verwendet wurden. Wenn die für den Bau aufgewendeten Arbeiten hätten bezahlt werden müssen, so wären für diese Bodenheizanlage je Hektar Kosten in Höhe von 80 TDM entstanden. Auch in dieser Zahl spiegelt sich wider, daß durch die Verwendung von betrieblichen Altmaterialien eine wesentliche Kosteneinsparung zu verzeichnen ist. Wie aus anderweitig vorliegenden Arbeiten entnommen werden kann, belaufen sich die Gesamtanlagekosten einer Bodenheizanlage von 1 ha Größe, wenn der Bau von Firmen mit neuwertigen Materialien vorgenommen wird, im günstigsten Fall auf 110 TDM [1] [2].

Ertragsleistung

Pflanzenbauliche Versuche gaben darüber Aufschluß, welchen Einfluß die starke Luftverschmutzung (Flugasche und Schwefel) auf Wachstum und Ertrag der wichtigsten Gemüsekulturen hat. Zur Klärung dieser Frage wurden zwei Varianten verglichen, und zwar beheizter Boden ohne Folienzeltüberdeckung und beheizter Boden mit Folienzeltüberdeckung. Diese zu Kopfsalat, Blumenkohl, Kohlrabi und Möhren

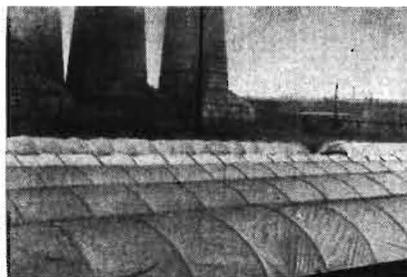
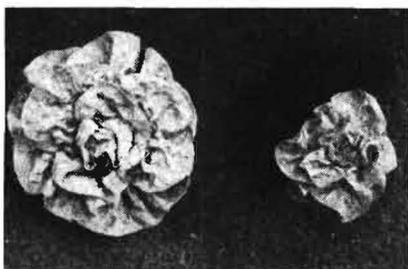


Bild 4. Links: Kopfsalat beheizter Boden mit Folienzelten überdeckt, rechts: Kopfsalat beheizter Boden ohne Folienzeltüberdeckung, aufgenommen am Tage des Erntebeginns des beheizten und mit Zelten überdeckten Kopfsalats

Bild 5. Teilansicht der Bodenheizanlage — mit Folienzelten überdeckt — im VEB Kraftwerk Zschornowitz

durchgeführten Versuche zeigten, daß infolge der starken Ablagerung von Flugasche ohne Folienüberdeckung Wachstum und damit Erntergebnis nur unbefriedigend waren (Bild 4).

Bei Möhren machte sich die Ablagerung von Flugasche so stark bemerkbar, daß sie bereits im Keimstadium abstarben. Bodenheizanlagen ohne Folienzeltüberdeckung in Nähe von Industrieanlagen mit so starker Ablagerung von Flugasche zu errichten, kann demzufolge nicht empfohlen werden. Der beheizte und mit Folienzelten überdeckte Boden zeigte dagegen sehr günstige Ergebnisse, wie dies den Zahlenwerten in Tafel 3 entnommen werden kann.

Die Ertragshöhe ist bis auf Blumenkohl sehr beachtlich. Blumenkohl zeigte sich bereits im Herbstanbau des Vorjahres für die dort gegebenen Bedingungen als wenig geeignet. Die Ernte setzte zwar mit dem 18. Mai sehr früh ein. Der Anteil an B- und vor allem an C-Ware war jedoch sehr hoch. Der durch die frühzeitig einsetzende Ernte erzielte Gelderlös ist sehr günstig zu beurteilen und steht mit dem im Institut für Gemüsebau Großbeeren erzielten Ergebnissen in guter Übereinstimmung. Gegenüber dem normalen Freilandanbau wurde die Ernte durch Anwendung des kombinierten Verfah-

Tafel 3. Erträge von verschiedenen Gemüsekulturen bei beheiztem und mit Folienzelten überdecktem Boden im Kraftwerk Zschornowitz bei starker Luftverschmutzung bzw. Ablagerung von Flugasche

Gemüseart	Sorte	Zeitpunkt der Pfl. bzw. Auss.	Erntebeginn	Ertrag [dt/ha]	Gelderlös [DM/ha]
Kopfsalat	Vitessa	19. März 62	19. April 62	330	60 000
Blumenkohl	Frühernte	19. März 62	18. Mai 62	80	32 000
Kohlrabi	Knaufs				
	Frühweiß	24. März 62	5. Mai 62	250	37 500
Möhre	Gonsenheimer Treib	9. März 62	5. Juni 62	30 T Bund je 10 St.	150 000
Gurke	Eva	14. Mai 62	15. Juli 62	520	41 600
Frühkartoffel	Auriga	9. März 62	2. Juni 62	150	7500 ¹
Tomate	Harzfeuer	3. Mai 62	12. Juli 62	350	28 000

¹ Diesem Gelderlös liegt ein Kartoffelpreis von 0,50 DM je kg zugrunde. Diese so frühzeitig erzeugten Kartoffeln werden u. U. noch eine Preiserhöhung erfahren, so daß sich auch dieses Ergebnis günstiger gestalten wird.

rens in Zschornowitz zu den verschiedenen Gemüsearten um mindestens vier Wochen vorverlegt. Auch diese in Versuchen erzielten Ergebnisse konnten durch die Zschornewitzer Anlage bestätigt werden.

Das Wachstum unter Folienzelten wurde durch die Flugasche- und Schwefelablagerungen nicht beeinträchtigt, da diese von der Folie abgehalten wurden. Durch die Ablagerung von Flugasche auf der Folie wurde zwar die Lichtfülle unter den Zelten in Abhängigkeit von der Dicke der Flugascheschicht bzw. in Abhängigkeit von der Dauer der Überdeckungszeit um 10 bis 30 % gegenüber neuer Folie ohne Flugascheablagerung gemindert; die Lichtfülle ist aber in den Monaten April, Mai und Juni auch unter diesen Bedingungen noch so groß bzw. ausreichend, damit ein günstiges Wachstum erzielt werden kann. Die pflanzenbaulichen Untersuchungen bestätigen somit, daß das kombinierte Verfahren mit bestem Erfolg bei Verwertung von Industrieabwärme auch unter ungünstigen Bedingungen hinsichtlich der Luftverschmutzung angewendet werden kann. Durch die starke Ablagerung von Flugasche konnte angenommen werden, daß die Folie schneller altert und sich schneller zersetzt. Bisher konnten diesbezügliche Beobachtungen nicht gemacht werden. Die verwendete Polyäthylenfolie von 0,10 mm Dicke wurde zu drei bis vier Gemüsekulturen verwendet und hat damit die geforderte Haltbarkeit erreicht.

Rohrverschmutzung

Die Untersuchungen über den Verschmutzungsgrad der Rohrleitungen wurden laufend, d. h. in Abständen von sechs Wochen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden jeweils zwei Rohrleitungen aufgeschnitten (besonders an Krümmungen),

der Grad der Verschmutzung festgestellt und die Ablagerung je lflu Rohr gewogen. Da die Rohrverschmutzung oder Verstopfung in starkem Maße auch von der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers im Rohrsystem abhängt, wurden diese Untersuchungen auch bei unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit des Wassers durchgeführt, und zwar bei 0,05 m/s; 0,5 m/s und 1,1 m/s. Bei allen Strömungsgeschwindigkeiten des Wassers konnten bisher noch keine neuenswerten Schmutzablagerungen in den Rohren beobachtet werden. Das verwendete warme Kühlwasser läuft jetzt über ein Jahr kontinuierlich (Tag und Nacht auch an Sonn- und Feiertagen) durch die Heizrohre der Anlage (Bild 5). Es kann mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß sich auch in den nächsten Jahren Schmutzablagerungen in den Rohren nicht in starkem Maße bemerkbar machen dürften. Zumindest kann man auf Grund der bisherigen Erfahrungen folgern, daß die Schmutzablagerung selbst unter diesen ungünstigen Bedingungen nicht so stark sein wird, daß Rohrverstopfungen auftreten. Die gelegentlich geäußerten Befürchtungen, daß Einführung und Anwendung von Bodenheizanlagen infolge des stark verschmutzten Kühlwassers unter Umständen am Zusetzen und leichten Verstopfen der Heizrohre scheitern könnten, brauchen danach nicht geteilt zu werden.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Es wurde ein Überblick über den Bau und die Anwendung einer Bodenheizanlage im Kraftwerk Zschornowitz gegeben und Ergebnisse dieser ersten Bodenheizanlage zur Verwertung echter Industrieabwärme mitgeteilt.

Die im Zusammenhang mit dieser Anlage durchgeführten Versuche ergaben, daß die Bodenheizung bei Verwertung von Industrieabwärme in Form von Wasser mit niedriger Temperatur (25 bis 45 °C) ein geeignetes und wirtschaftliches Verfahren zur Vorverlegung der Gemüseernte und zur Nutzung betrieblicher und örtlicher Reserven ist. Die Anwendung dieses Verfahrens ist auch unter ungünstigen Bedingungen, d. h. bei starker Luft- und Wasserverschmutzung möglich. Die starke Luftverschmutzung und die damit verbundene Ablagerung insbesondere von Flugasche ist nicht problematisch, wenn man den beheizten Boden bzw. die Gemüsekulturen zusätzlich mit Folienzelten überdeckt. Das ist generell bei Anwendung der Bodenheizung zu empfehlen, da mit diesem Verfahren die Ernte um vier Wochen vorverlegt werden kann und auch die größte Wirtschaftlichkeit zu erzielen ist. Rohrverstopfungen durch die im Kühlwasser mitgeführten Schmutzteile waren nicht festzustellen.

Die im Kraftwerk Zschornowitz erzielten Ergebnisse sind beispielhaft und sollten nunmehr auf andere Industriebetriebe übertragen werden. Eine vorbildliche Unterstützung der Werkleitung hat maßgebend dazu beigetragen, daß der Bau dieser Anlage unter Verwendung örtlicher Reserven in relativ kurzer Zeit durchgeführt wurde.

Das Ministerium für Landwirtschaft, Erfassung und Forstwirtschaft sollte in Zusammenarbeit mit der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Abwärmeverwertung“ nunmehr Maßnahmen zum Bau weiterer Bodenheizanlagen einleiten, um damit den Beschlüssen des 8. Plenums des ZK der SED zu entsprechen.

Literatur

- [1] VOGEL, G.: Untersuchungen zum Anlagensystem der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedriger Temperatur (25 °C bis 45 °C) Archiv für Gartenbau 1962, X. Bd. H. 3/4, 347 bis 372.
- [2] VOGEL, G.: Der Einfluß der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedriger Temperatur (25 bis 45 °C) auf die Ertragsleistung und Wirtschaftlichkeit einiger Gemüsearten. Archiv für Gartenbau — in Druck.
- [3] Bericht über den Bau einer Bodenheizanlage für Frühgemüseanbau unter Ausnutzung von Abwärme im Kraftwerk Zschornowitz. Sonderdruck H 3 des Neuerer-Aktivs im Kraftwerk Zschornowitz. A 1953