

POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DA CASCA DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS PARA O MELHORAMENTO DO SOLO.

Heinz W. Zoettl*

SUMMARY

The increasing tendency of centralized mechanical debarking results in great amounts of bark, usable for different purposes. Besides the use for energy, grinded and composted bark is mostly utilised as mulch, organic soil improver of planting substrate. Humus enrichment by bark material is especially important in tropical soils. The chemical composition of bark from european and northamerican conifers is characterized by extremely low contents of nitrogen but high calcium values.

Composting, i.e. controlled, aerobic, biological decomposition of the bark, is necessary to reduce the contents of easily decomposed fractions and potential growth inhibiting components.

Any initial tie-up of nitrogen is avoided by adding urea as a suitable nitrogen source. The influence of other fertilizers on the microbial activity, demonstrated by temperature curves, was measured in a bio-reactor. Biological humification causes higher exchange capacity and lower C:N-ratio of the composted bark.

Analysis of phenolic compounds showed a changing content of the total water-soluble phenol in relation to the composting-conditions.

By using Lolium perenne as a test plant it was demonstrated that only the water vapour volatile fraction has a growth-inhibiting effect. The marked content of this fraction in fresh bark is reduced to very low values after composting, especially if enriched with superphosphate.

First analytical data of bark from tree species of Paraná are given. The nitrogen fixing bracatinga (Mimosa scabrella) has outstandingly high nitrogen but very low phosphorus contents.

Pinus elliottii has extremely low values of all analyzed mineral nutrients.

General remarks on production methods and use of bark compost conclude this Paper.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da mecanização na exploração da madeira, levou muitos países a abandonarem o método de descascamento no local da derrubada. A retirada da casca se processa apenas no pátio da indústria, por meios mecânicos. Com isso, o acúmulo da casca se concentra em poucos locais.

No Brasil, as toras tradicionalmente são descascadas no local de corte e a casca se decompõe nesses mesmos locais. Dado porém a crescente tendência de se utilizar maiores quantidades de madeira, provenientes de plantios de pequenas dimensões, tal problema se altera. Por razões técnicas e de racionalamento do trabalho, as toras de *Pinus elliottii* e *P. taeda*, são transportadas às serrarias para serem descascadas mecanicamente, antes do corte na serra de quadro. Assim se acumulam grandes quantidades de casca, que podem ser aproveitadas economicamente, ao invés de serem abandonadas como lixo.

2. UTILIZAÇÃO DA CASCA

Tal fato levanta a questão de uma utilização racional dessas sobras — e essa questão se tornará, de ano para ano, cada vez mais importante, visto que o descascamento mecânico nos locais de industrialização aumenta consideravelmente. Sob o ponto de vista do balanço de nutrientes, a retirada das toras com a casca, esta ligada a uma alta perda deles. Considerando-se isso, seria vantajoso transportar a casca de volta aos povoaamentos florestais. Tal solução porém é antieconômica, uma vez que há de se proceder a uma moagem da casca, e as distâncias a serem percorridas até os locais de origem, são grandes. Além disso, essa elevada retirada de nutrientes não é grave e de resto, pode ser fácil e economicamente compensada através da adubação mineral.

Há diferentes possibilidades de aproveitamento da casca (ZOETTL, 1977): como componente na fabricação de placas; na queima para o ganho de

* Instituto de Pedologia e Nutrição Florestal — Universidade de Freiburg — RFA. Convênio Universidade Federal do Paraná — Universidade de Freiburg.

energia; na construção de caminhos; como camada isolante à geada; como componente na fabricação de telhas; na utilização como matéria orgânica para a cobertura do solo e na fabricação de substratos orgânicos. A recoberta do solo com uma camada de material orgânico, leva a uma diminuição da evaporação da água do solo, da susceptibilidade à erosão e do crescimento de ervas daninhas. Substratos orgânicos encontram aplicação no processo de enriquecimento de humus do solo ou como substrato de cultura, principalmente na jardinagem. Para os países tropicais, a utilização como material orgânico aplicado superficialmente, no melhoramento das condições hídricas, é de grande importância. A produção de substratos orgânicos tem um extraordinário valor para o balanço do humus do solo e para a intensificação da produção vegetal.

3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA

Para ambos os setores de aplicação, é necessário se conhecer a composição química da casca. A tabela 1 apresenta o teor de nutrientes da casca de essências florestais européis e norte-americanas. Os conteúdos dos macronutrientes mostram claramente diferenças específicas às diferentes essências. Adicionalmente podem haver diferenças oriundas da quantidade dos sítios de plantio. São de se ressaltar os valores extremamente baixos de nitrogênio e de fósforo. Por outro lado, encontram-se elevados teores de cálcio. Com base nessa composição, a decomposição microbiana é fortemente inibida. Por isso, paralelamente à moagem, uma adição de nitrogênio, e em alguns casos de fósforo, se torna necessária à um aceleração da decomposição. No caso de se misturar a casca moída, sem adição de nitrogênio, ao solo, observa-se o fenômeno da "barragem de nitrogênio", isto é, os microorganismos do solo utilizam o nitrogênio fornecido a este, durante a decomposição da casca, para si próprios.

4. FERMENTAÇÃO DA CASCA

Por tal razão, se recomenda inicialmente, o preparo de um composto orgânico a partir da casca. Para tal há diver-

sos processos (ZOETTL, 1978). Um deles é o assim chamado "amontoamento ao ar livre". O material moído e bem umidificado é amontoado por camadas, formando-se uma série de montes de 2m de altura por 3m de largura. Tais montes devem ser, durante o processo de fermentação revolvidos várias vezes. O objetivo é obter um produto final relativamente estável, através de uma decomposição aeróbica controlada, na qual os componentes facilmente atacáveis por microorganismos serão decompostos. Tecnicamente mais complexos e biologicamente bem mais favoráveis, são os ditos "bio-reatores". São recipientes em forma de silos, nos quais o material a ser decomposto é adicionado pela parte superior e retirado pela inferior. O reator é aerado pela parte inferior, por um processo controlado. Em cerca de duas a três semanas se dá, de cima para baixo, um processo de decomposição controlada. Os processos de decomposição causam, especialmente no início, um forte desenvolvimento de calor. O desenvolvimento da curva de temperatura é um índice da intensidade dos processos microbianos ocorridos na decomposição. A figura 1 mostra exemplos da curva de temperatura, durante a fermentação da casca no bio-reator modelo. Nós realizamos uma série de experimentos num desses bio-reatores. Para os estudos de decomposição, foi utilizada a casca moída de uma conífera, *Picea abies*, umidificada até alcançar a umidade de 60%, misturada com diversas dosagens de substâncias minerais e levada a fermentar. Testamos principalmente a adição de nitrogênio, sob a forma de uréia, e a de fósforo, sob a forma de superfosfato solúvel.

O mais importante durante o processo de formação do composto é que, não somente os componentes prontamente disponíveis são decompostos, mas também há a formação de substâncias húmicas estáveis, e por isso, valiosas. De importância entre elas, se encontram os ácidos húmicos verdadeiros. Pesquisas sobre a química do humus, mostraram que durante a formação do composto, há um aumento dessas substâncias, principalmente dos ácidos húmicos cinzas. Essas alterações químicas do humus, durante o processo de formação do com-

posto, são visíveis no grau de escurecimento do material e na formação de uma estrutura granular. O produto final possui melhores propriedades de sorção, isto é, tem uma capacidade de troca catiônica bem mais elevada. O quociente carbono/nitrogênio se torna bem menor. Isso prova que a deficiência de nitrogênio observada na casca fresca foi eliminada. A tabela 2 mostra as alterações na casca de *Picea abies* após o processo de fermentação.

5. FENÓIS COMO SUBSTÂNCIAS INIBIDORAS DO CRESCIMENTO

Paralelamente ao conteúdo de nutrientes presentes na casca, é de importância fundamental o conteúdo de substâncias inibidoras do crescimento. Substâncias fenólicas, como por exemplo os ácidos tânico e um elevado conteúdo em substâncias aromáticas da parede celular, presentes na casca fresca, fazem com que esta apresente funções bactericidas, fungicidas ou inibidoras do crescimento. Isso nos leva à necessidade de conhecer tanto o conteúdo dessas substâncias na casca, como também a um processo para eliminá-las. Após diferentes pesquisas se pode supor que tais substâncias inibidoras do crescimento são, em sua maioria, solúveis em água, e podem ser decompostas relativamente rápido, não só por processos microbianos mas também por processos químicos. O processo de formação de composto a partir da casca necessita, pelas razões citadas acima, também decompor tais substâncias inibidoras do crescimento.

O grupo mais importante das substâncias em questão são os fenóis. Eles apresentam dois aspectos: de um lado possuem uma ação inibidora do crescimento, de outro lado os polifenóis têm grande importância como constituintes das substâncias húmicas. Eles são por isso de grande relevância como componentes na síntese, apoiada por microorganismos, de substâncias húmicas, durante o processo de fermentação da casca. Determinamos por isso, em diferentes produtos decompostos, a parte da fração de fenóis solúveis em água. A partir dessa fração, foi tentado através da destilação em corrente de vapor, deter-

minar os fenóis de baixo peso molecular e fisiologicamente mais ativos.

A tabela 3 mostra que a casca fresca possui um elevado teor de fenóis. Com o estocamento esse valor diminui. Já no processo de formação de composto, se pode observar, uma diminuição ou um aumento desse teor. Após a adição de fosfato, no processo de formação de composto, foi sempre possível observar uma nítida diminuição dos teores totais de fenóis. A fração de fenóis voláteis em vapor de água diminui sempre quando é feito o estocamento da casca, ou quando é realizado o processo de formação de composto. Isso indica que os processos de humificação que se iniciam, causam uma acentuada decomposição dos fenóis de baixo peso molecular. Também o composto oriundo do lodo das estações de clareamento de águas servidas, apresentam após a decomposição aeróbica, uma acentuada diminuição dos fenóis solúveis em água e principalmente dos voláteis em vapor de água.

Pesquisando a ação dessas frações de fenóis sobre o crescimento das plantas (HILDEBRAND 1979), utilizamos a gramínea *Lolium perenne*, em um experimento que foi montado de tal maneira, que fosse possível observar diretamente o crescimento, tanto da parte aérea como das raízes das plantas. Assim, foi possível demonstrar que a fração volátil no vapor de água, causava uma nítida inibição do crescimento. Essa inibição se mantinha também, nos experimentos nos quais adicionalmente se fornecia solução nutritiva. Adicionando-se a fração de fenóis solúveis em água, não foi possível se estabelecer alguma relação com a resposta das plantas.

Isso está baseado no fato de que, a quantidade dos fenóis voláteis no vapor de água, presente nos extratos aquosos, pode ser muito variável. A ação inibidora decisiva, parte portanto das substâncias voláteis em vapor de água. A figura 2 mostra esta ação inibidora sobre o crescimento de *Lolium perenne*.

Análises do espectro infravermelho da fração volátil em vapor de água, forneceram indicações precisas de que realmente se trata, em sua maioria, de compostos aromáticos de fenóis. Estes pa-

recem ser acompanhados de ácidos carbocíclicos alifáticos.

Substratos de casca que devam ter as funções de enriquecimento do humus do solo ou servir de substrato à plantas, tem que ser livres de substâncias inibidoras do crescimento.

Quando a casca for utilizada como material para a cobertura do solo, pode perfeitamente conter tais substâncias inibidoras do crescimento, desde que, essas sejam rápida e facilmente decomponíveis. Durante o processo de fermentação da casca, se dá lugar tanto a processos microbianos como abióticos, de decomposição e síntese.

A curva de tempo da fração de fenol extraída (figura 3) mostra, no caso da casca fresca, uma acentuada elevação nos primeiros dias. Tal poderia se processar abioticamente, uma vez que não foi observado nesse período de tempo, alguma planta em germinação no material da casca. A casca fresca contém ácidos tânicos com ação fungicida e bactericida. Sob condições de umidade e temperatura adequadas, esses compostos podem ser hidrolizados e oxidados a compostos fenólicos. Numa fase posterior (no experimento aqui mostrado, a partir do oitavo dia), a quantidade de fenóis é claramente reduzida devido a influência de processos microbianos. A adição de penicilina causou uma elevação no índice de decomposição. As contagens de microorganismos mostraram que nos extratos tratados com penicilina, havia uma elevada população de actinomicetos. Tais fungos, com uma maior capacidade de decompor fenóis que as bactérias, foram beneficiados nesse experimento, pela ação repressora da penicilina sobre os processos de decomposição bacteriana.

No substrato de casca decomposta (curva na parte inferior da figura), se pode extrair apenas uma pequena fração de fenóis. Esses fenóis são quase totalmente decompostos após um período de seis a oito dias. Aí os processos de decomposição bacteriana devem desempenhar um papel importante, de acordo com o que foi demonstrado pela diminuição da intensidade de decomposição após a adição de penicilina.

6. CONCLUSÕES

Resumindo a exposição feita podemos enunciar o seguinte: a partir da casca obtida através das descascadeiras mecânicas pode-se, através de processos de decomposição, produzir-se valiosos substratos à base de húmus. Para tal, tem-se que compensar os teores extremamente baixos de nitrogênio, e às vezes também de fósforo, da casca, com adições correspondentes desses elementos. Como fornecedor de nitrogênio, a uréia mostrou-se de grande valor. Tal adubo mineral orgânico, além de ser para muitos países uma fonte de nitrogênio barata, provocam uma rápida aceleração nos processos de decomposição microbiana. Lixo ou restos orgânicos ricos em nitrogênio, podem também serem utilizados como substâncias transportadoras de nitrogênio. O lodo proveniente das estações de clarificação de águas servidas, pode também desempenhar tal função. Tal lodo é rico em nitrogênio e fósforo, tem um pH alto e fornece simultaneamente a água necessária à umidificação da casca. Por outro lado, pode-se usar na produção de composto orgânico, a partir de tal lodo, a casca moída como material fornecedor de carbono. É importante salientar que, utilizando-se processos de produção adequados, como por exemplo o do bio-reator, ocorre no processo de decomposição um desenvolvimento controlado da temperatura, o qual devido à rápida elevação no início do processo, higieniza o lodo das estações de clarificação.

Teores altos de minerais que causem uma inibição do crescimento, não foram observados até agora na casca. Temores relativos a altos teores de manganês se revelaram infundados. A casca da conífera *Picea abies*, por exemplo, contém teores relativamente altos de manganês, porém apenas uma pequena porcentagem do manganês total pode ser mobilizada. Durante o processo de decomposição da casca, diminui frequentemente o teor de manganês trocável.

De grande importância são, sem dúvida, as substâncias orgânicas inibidoras do crescimento, presentes na casca fresca. Porém utilizando-se de processos adequados, tais substâncias podem ser

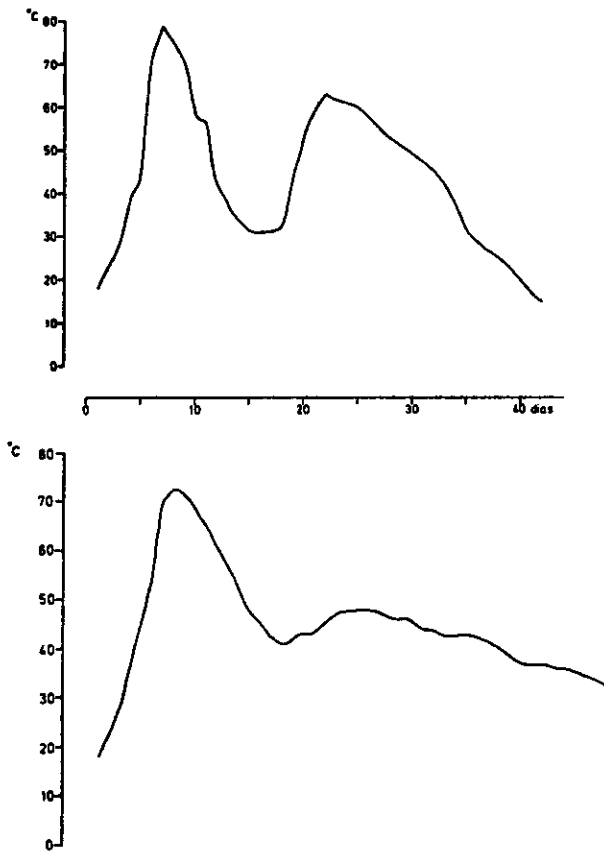


Fig. 1: Desenvolvimento característico das curvas de temperatura durante a fermentação da casca no bio-reator.

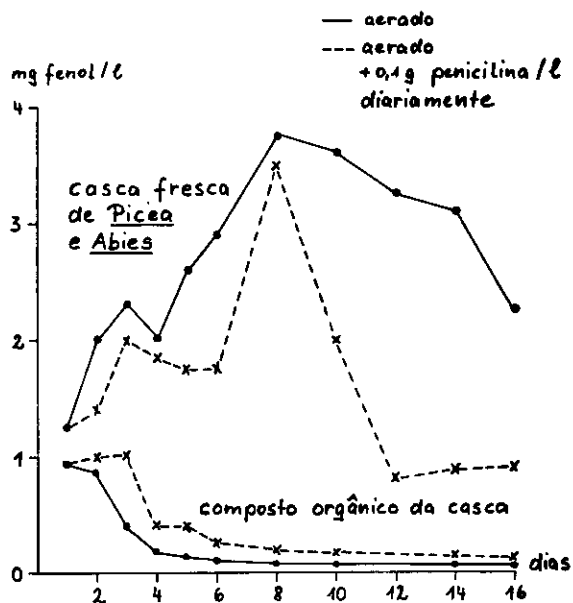


Fig. 3: Variação da concentração de fenóis solúveis em água, em função do tempo.

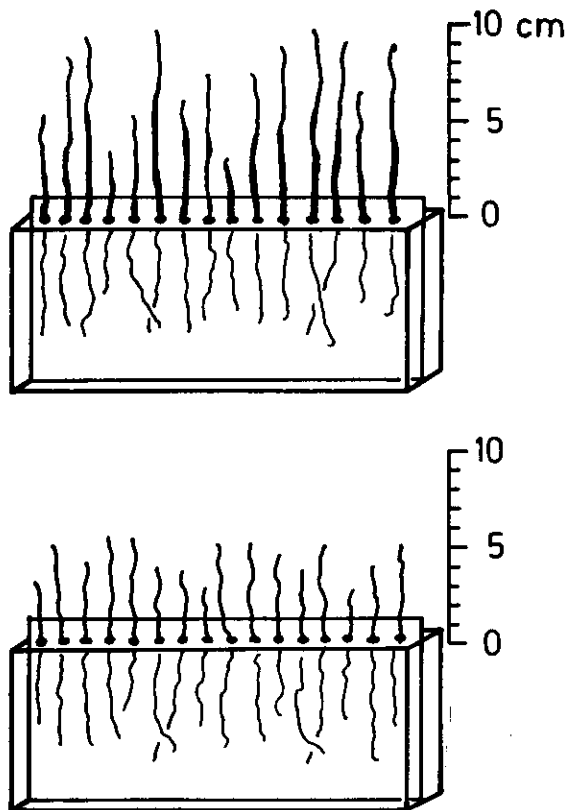


Fig. 2: Efeito dos fenóis voláteis em vapor d'água sobre o crescimento de *Lolium perenne*.

decompostas por processos químicos e microbianos, num espaço de tempo bem curto. Além disso, se dá lugar às primeiras etapas na formação de substâncias húmicas. Quando a casca não decomposta é utilizada para a cobertura do solo, tais substâncias inibidoras do crescimento, causam uma inibição temporária — e desejável — no desenvolvimento das ervas daninhas.

10. UTILIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS CASCAS DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS NO PARANÁ

Sem dúvida, o rápido desenvolvimento dos processos de retirada da madeira e de seu aproveitamento, levarão à construção, em várias localidades, de descascadoras mecânicas. Com isso, logo estará à disposição uma matéria-prima de grande valor, para a elaboração de material orgânico para a cobertura do solo e de adubos à base de húmus. Daí a necessidade de nos informarmos, e a curto prazo, das características das cascas das essências florestais brasileiras. Na tabela 4 vemos o primeiro resultado das pesquisas sobre o teor de minerais na casca de quatro espécies arbóreas, na região de Curitiba. As amostras provêm de sítios que apresentam solos semelhantes. As diferenças notadas na composição química, devem ser em primeira linha, devidas a diferenças típicas entre as espécies. A bracatinga (*Mimosa scabrella*), como espécie acumuladora de nitrogênio, apresenta teores extremamente altos dessa substância na casca, e com isso, um quociente de carbono/nitrogênio extremamente pequeno; o conteúdo de fósforo é porém muito baixo. Também extraordinariamente alto é o conteúdo de cálcio. De uma maneira geral, esta espécie possui uma casca com teores altos de subs-

tâncias minerais. A araucária e as duas espécies de *Pinus* pesquisadas, apresentam um teor bem mais baixo de nitrogênio, *Pinus elliottii* um teor até extremamente baixo. O mesmo vale para os teores de fósforo. Porém aqui se destaca o *Pinus taeda*, com valores extremamente altos. Os conteúdos de cálcio da araucária e do *Pinus taeda* são relativamente altos, enquanto que os do *Pinus elliottii* são bem mais baixos. Esta essência é extremamente desfavorável no tocante aos teores de elementos minerais da casca. Tais teores são em parte ainda mais baixos que aqueles apresentados na tabela para a pseudotsuga.

Sobre o conteúdo das substâncias inibidoras do crescimento ainda não foram realizadas pesquisas.

Finalizando: após tais dados iniciais, poder-se-ia dizer que a casca do *Pinus taeda* e principalmente a do *Pinus elliottii* se prestam, em primeira linha, como matéria orgânica para a cobertura do solo. É de se esperar que tal material sofra uma decomposição longa e difícil. A casca da araucária e principalmente a da bracatinga, poderiam ser bem utilizadas na produção de compostos orgânicos. Para esta finalidade porém é necessária a adição de nitrogênio e fósforo para ativar o processo de fermentação.

O melhoramento do solo para a produção vegetal é uma tarefa de suma importância no Brasil. Levando-se em consideração que o rápido desenvolvimento na tecnologia do processamento da madeira, acarretará um considerável aumento no volume da casca produzida, torna-se evidente o papel que esta matéria-prima poderá desempenhar economicamente.

Tabela 1: Teor de nutrientes (mg/g na matéria seca) e quociente de nutrientes

Tipo de casca	N	P	K	Ca	Mg	C:N	C:P
Picea	5,00	0,30	2,00	10,00	1,00	90	1500
Pinus toras grossas	2,60	0,40	1,40	4,70	0,40	173	1125
Pinus toras finas	5,50	0,60	2,30	5,80	1,10	82	750
Pseudotsuga	1,20	0,10	1,10	5,20	0,10	375	4500

Tabela 2: Capacidades de sorção da casca e do composto orgânico da casca.
CTC (mval/100g) **C:N**

casca Ra I	19,8	106
composto orgânico da casca Ra I	48,6	28
casca Di II	31,8	63
composto orgânico da casca Di II	41,0	39

Tabela 3: Conteúdo de fenóis em diferentes materiais orgânicos.

Material	Tratamento	Conteúdo de fenóis	
		solúvel em água (total) µg/g m.s.	volátil em vapor de água µg/g m.s.
casca de Picea/Abies	fresca	90	1.2
"	1 semana de armazenamento	77	0.6
composto orgânico de casca (Picea)	3 semanas em bio-reator com uréia	95	0.5
"	"		
"	com uréia e superfosfato	30	0.3
composto de lodo	fresco	49	4.8
"	fermentação adicional	23	0.2

Tabela 4: Teor de nutrientes (mg/g na matéria seca) e quociente de nutrientes das cascas de essências florestais no Paraná.

Tipo da casca	N	P	K	Ca	Mg	C:N	C:P
Mimosa scabrella	12,40	0,25	5,93	19,17	1,18	40	1953
Araucaria angustifolia	2,53	0,20	3,77	10,18	1,11	187	2351
Pinus taeda	3,80	0,58	1,75	2,80	0,97	143	943
Pinus elliottii	1,33	0,08	0,23	1,50	0,28	408	7145

12. LITERATURA CITADA:

- Hildebrand, E.E.: Erfassung und Charakterisierung von Polyphenolen als potentiellen Wuchshemmstoffen in kompostierten Siedlungsabfaellen. Mitteilung Deutsch, Bodenkundl. Ges. 29 : 609-622 (1979).
- Zoetl, H.W.: Rinde — Abfall oder Rohstoff? Allg. Forstz. 32(6) : 154 (1977).
- Zoetl, H.W.: Die Kompostierung von Schaelrinde. Holz-Zentralblatt 104(82) : 1263 (1978).