

Untersuchungen zur oberirdischen Streuproduktion in Berliner Stadtwäldern

Werner Kratz

Synopsis

A large fraction of the earth's terrestrial net primary production is directed into vegetation canopies. Litterfall represents an essential link in the organic production-decomposition cycle, and thus is a fundamental ecosystem process. In recent years efforts to measure litterfall have greatly increased. One reason that virtually every study in biogeochemical or local nutrient cycling now monitors litterfall is that it often represents the major pathways of nutrient flux. Long-term experiments of litter production in forest ecosystems can be the basis for the assessment/evaluation of global/regional change due to different anthropogenic impacts like climate change, pollution and forest management measures. The long-term experiment litter production data can also be used for the nutrient availability in ecosystem modelling.

The paper presents litter production data at two forest systems different in stand ages and species complexity near the conurbation of Berlin (Germany). A 140-year old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) /oak stand (*Quercus robur* L.) and a 45-year Scots pine stand over an investigation period of 5 years.

For some macronutrients the fluxes by litter production have been calculated.

Stadtwälder, Quercus robur L., *Pinus sylvestris* L., Streuproduktion, Nährstoffflüsse

Forests near conurbations, Quercus robur L., *Pinus sylvestris* L., litterfall, mineral nutrient flux

1. Einleitung

Das Waldschadensprojekt »Ballungsraumnahe Wald-ökosysteme (BallWÖS)« war von Anfang an als ökosystemare Studie angelegt. Erkenntnisse, die auf Schädigungen bzw. Änderungen in den jeweiligen ökosystemaren Kompartimenten, sowohl auf der Prozeß- als auch auf der biozönotischen Ebene hinweisen, können letztendlich auf Faktoren verweisen, die am Zustandekommen der Destabilisierung von ballungsraumnahen Waldökosystemen beteiligt sind (KRATZ 1991).

Der Streufall ist quantitativ und funktionell eine bedeutsame Komponente für die Primärproduktion und beim Aufbau der organischen Substanz im Boden

bzw. fungiert als Stoff- und Energiequelle für Dekompositionsprozesse. Qualität und Quantität des Streufalls beeinflussen zusammen mit der Zersetzungsrate die Nährstoffkreisläufe und letztendlich die Stabilität von Wald- und Forstökosystemen. Die Zusammensetzung und Quantität des Streufalls variiert zwischen den Jahren, so daß für eine gute Datengrundlage Langzeituntersuchungen durchzuführen sind (WARING & SCHLESINGER 1985). Neben bestandestypischen Parametern haben vor allem klimatische Faktoren einen Einfluß auf die Streuproduktion. Hier sind auch singuläre Sturmereignisse zu bedenken, die dann insbesondere die Grob-/Aststreuikomponente fördern. Streufall ist hoch variabel in Zeit und Raum. Zu einer genauen Bestimmung des Streufalls und der ihn begleitenden Nähr- und Schadstoffflüsse bedarf es langer Untersuchungszeiträume (SOLLINS 1982).

Die oberirdische Streuproduktion stellt nur einen Teil der toten organischen Matrix in einem Ökosystem dar. Erste Forschungsergebnisse deuten an, daß der unterirdische Streuanfall (meist Feinwurzeln) in einer ähnlichen Größenordnung wie der oberirdische liegt (BERG 1994). VOGT & al. (1986) schätzten, daß, wenn man den Beitrag der Wurzeln zur Detritusproduktion außer acht läßt, man den Nährstoffumsatz und die organische Substanz im Boden um 20 – 80 % zu niedrig veranschlagen kann.

Die chemische Zusammensetzung der Streu bestimmt die Nahrungsressource für die Zersetzer-gesellschaft. In den meisten Fällen sind die Stickstoff-, Phosphor- und löslichen Kohlenhydratgehalte in der Streu niedriger als in grünen Blättern und Nadeln, weil die Pflanzen über effektive Rücklagerungsmechanismen verfügen (WARING & SCHLESINGER 1985). Gleichzeitig steigen die Konzentrationen von Calcium, Lignin und Zellulose in der Streu im Vergleich zu den Gehalten in photosyntheseaktiven Blättern und Nadeln an (BERG 1994).

Nachfolgende Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Streuproduktion und die Nährstoffflüsse in zwei unterschiedlich alten ballungsraumnahen Waldökosystemen mit unterschiedlicher Komplexizität.

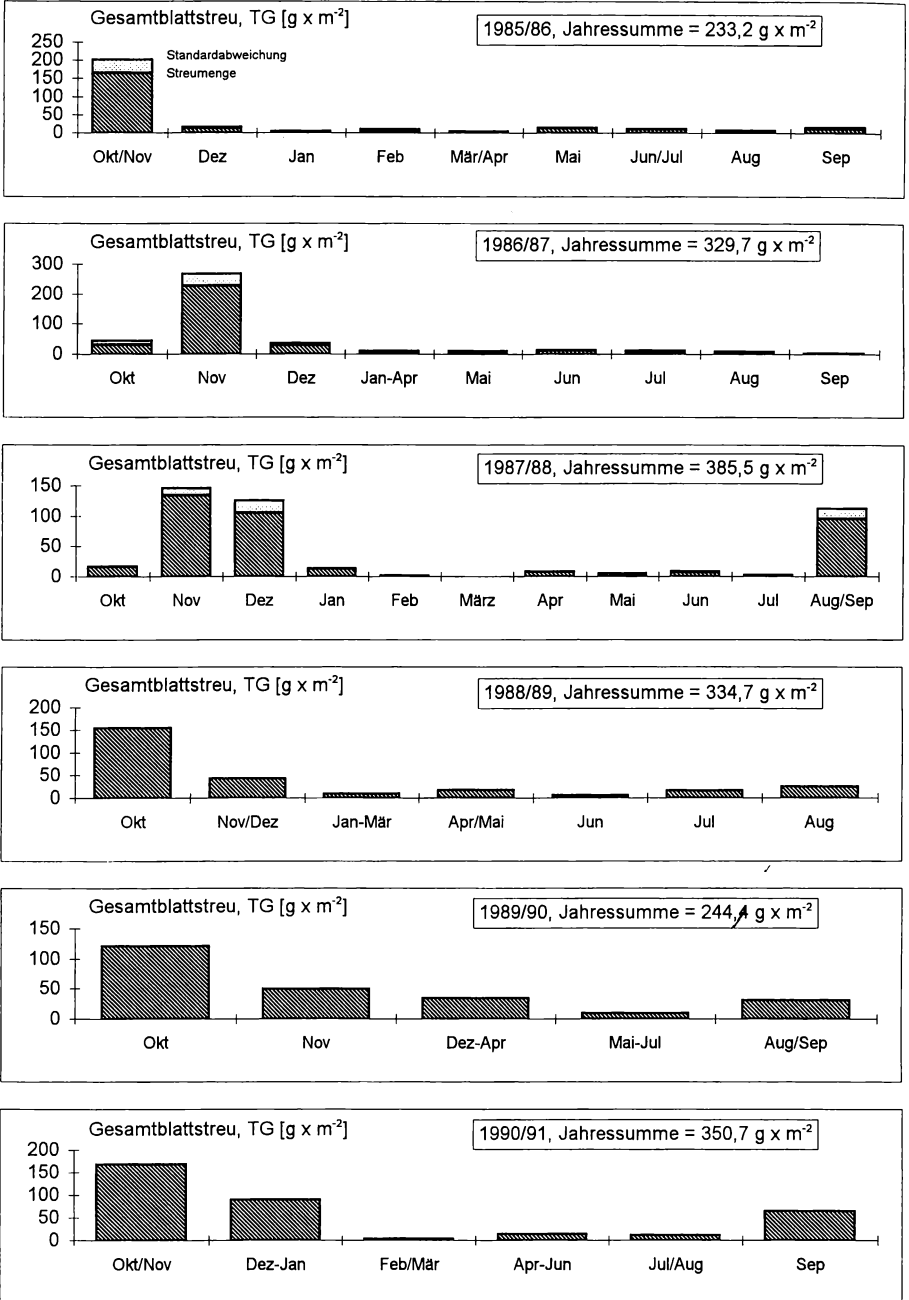


Abb. 1
Gesamtstreuproduktion in der Untersuchungsfläche GR 91 im Forst Grunewald (Berlin).

Fig. 1
Total litter production in the experimental plot GR 91 in the Grunewald forest (Berlin).

2. Material und Methoden

2.1 Streuproduktion

Zur Ermittlung der oberirdischen Streuproduktion wurde in stadtnahen Forstökosystemen im Jagen 63 (GR 63), einem ca. 45-jährigen Kiefernjungbestand, der mit Traubenkirschenbüschen (*Prunus serotina* Ehrh.) durchsetzt ist, und im Jagen 91 (GR 91), einem ca. 140-jährigen Eichen-Kiefern-Mischbestand (*Quercus robur* L., *Pinus silvestris* L.) je 5 Streusammler aufgestellt. Die Sammelbehälter haben eine quadratische Form mit einer Kantenlänge von 80 cm und einer Höhe von 50 cm. Der Boden der Sammler besteht aus einem Polyethylengewebe (Maschenweite 1 mm) und ist somit durchlässig für den Bestandesniederschlag, nicht aber für Streupartikel. Die Entleerung der Sammler erfolgte in der Regel monatlich. Die aufgefangene Streu wurde nach Blatt- und Nadelstreu getrennt. Die gewonnene Streubiomassee wurde dann, je nach Wassergehalt, über 2–3 Wochen bei 25°C getrocknet und das Trockengewicht der Streuproben nach Gehölzarten getrennt ermittelt. Die Ergebnisse beziehen sich auf den Zeitraum Oktober 1985 bis September 1991. Die nachfolgend verwandte Terminologie ist: Gesamtblattstreu meint Blatt- u. Nadelstreu, Blattstreu meint Eichenblattstreu, Nadelstreu meint Kiefernadelstreu.

2.2 Chemische Analysen der Streuproben

Die chemischen Analysen der Streuproben erfolgte für die Elemente:

- Kalium, Calcium, Magnesium, Mangan, Eisen, Zink mittels Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie (F-AAS).
- Cadmium, Blei und Kupfer mittels Graphitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (G-AAS).
- Stickstoff, Schwefel und Kohlenstoff wurden mit einem automatischen Elementanalysator (Carbo-Ermer C-N-S-Analyser) bestimmt.

Die Elemente, die im F-AAS und G-AAS analysiert wurden, wurden nach nassem Aufschluß in HNO_3 conc. s.p. in Teflon-Druckbomben mit Aluminiummantel (System PDS-6, Fa. Schultz, Göttingen) bestimmt.

Alle Konzentrationsangaben zur Blatt- und Nadelstreu beziehen sich auf die aschefreie Substanz.

3. Ergebnisse

3.1 Streuproduktion an unterschiedlich alten und komplexen Standorten:

Altbestand (GR 91)

Abb. 1 zeigt die Gesamtstreuproduktion (Eichenblattstreu und Kiefernadeln) an dem Standort GR 91 im Forst Grunewald für den Untersuchungszeitraum Oktober 1985 bis Dezember 1991.

Die Gesamtstreueinträge am Standort GR 91 liegen im Untersuchungszeitraum (1985/86 bis 1990/91) für jeweils ein Untersuchungsjahr zwischen 2,3 und 3,9 t/ha x a und sind somit über den gesamten Untersuchungszeitraum erheblichen Schwankungen ausgesetzt. Von 6 erfaßten Streujahrgängen liegen allerdings 4 zwischen 3,3 und 3,9 t/ha x a, weisen somit eine geringere Variabilität auf. Unter den aus diesem Schwankungsbereich herausfallenden Jahren war 1989/90 ein ausgesprochenes Trockenjahr mit 430 mm Jahresniederschlag (langjähriges Mittel für Berlin: 590 mm).

Der Anteil der Eichenblattstreu an der Gesamtblattstreu liegt in den Jahren 1986 – 1991 zwischen 47% und 66% (Abb. 2). Der hohe relative Anteil von 66% – dies entspricht 1,7 t/ha x a – wurde im Trockenjahr 1989 ermittelt. Die Eichenblattstreuproduktion zeigt die für mitteleuropäische Wälder typische Phänologie mit einem klaren Maximum in den Monaten Oktober bis Dezember (PENKA & al. 1985).

Die Kiefernadelstreu im Standort GR 91 fällt über das ganze Jahr hinweg, jedoch auch mit einem klaren Herbst-Winter-Maximum (Abb. 3). Die jährlichen Kiefernadelstreubiomassee liegen zwischen 0,8 und 2,0 t/ha x a, wobei auch hier das Trockenjahr 1989/90 mit 0,8 t/ha x a weit unter den Streumengen der Jahre 1987/88, 1988/89 und 1990/91 bleibt, die alle über 1,6 t/ha x a lagen.

Jungbestand GR 63

In Abb. 4 sind die Kiefernadelstreubiomassee des Jungbestandes dargestellt.

Die Kiefernadelstreueinträge am Standort GR 63 liegen im Untersuchungszeitraum zwischen 2,0 und 3,6 t/ha x a. Auswirkungen des Trockenjahres (1989/90) auf die Kiefernadelstreuproduktion wie im Kiefernaltbestand können nicht abgeleitet werden.

Die Kiefernadelstreu am Jungbestand GR 63 fällt über das ganze Jahr hinweg, jedoch, verglichen mit dem Standort GR 91, mit höheren Streumassen in den Frühjahrs- und Sommermonaten.

Die untersuchten Waldstandorte im Forst Grunewald (Berlin) zeigen, trotz unterschiedlicher Altersstufen (z.B. GR 91: Bestandesalter ca. 140 Jahre u. GR 63: Bestandesalter ca. 45 Jahre), unterschiedlicher Artenzusammensetzungen und unterschiedlicher Bestandesdichten, keine starken Unterschiede in den Jahressummen der Gesamtblattstreuproduktion (Abb. 5). Ausgenommen hiervon ist das Jahr 1988/89, in dem im Altbestand GR 91 163% mehr Blatt- und Nadelstreu anfällt. Mögliche Ursachen können hierfür bisher nicht angegeben werden.

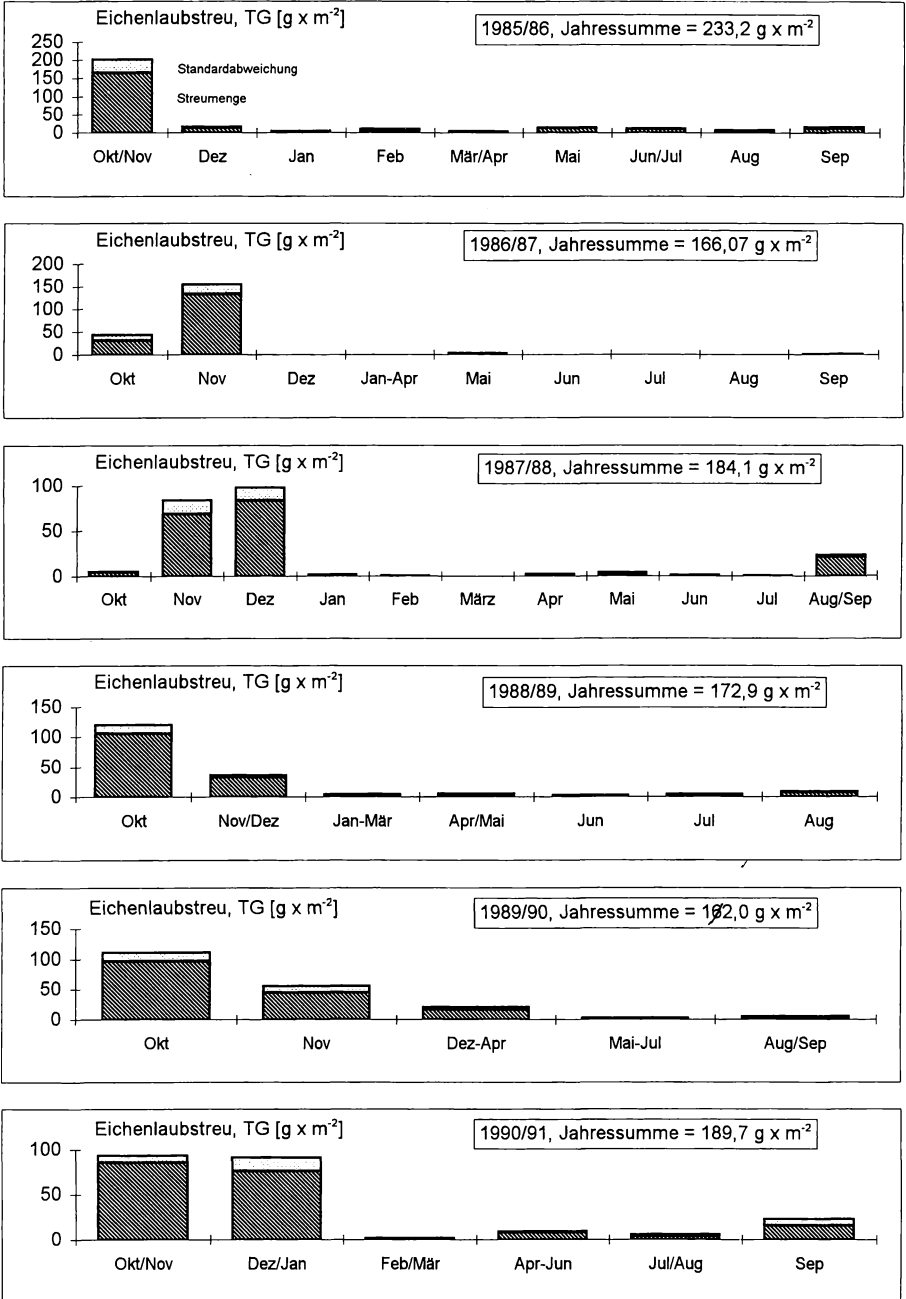


Abb. 2
Eichenblattstreuproduktion in der Untersuchungsfläche GR 91 im Forst Grunewald (Berlin).

Fig. 2
Oak leaf-litter production in the experimental plot GR 91 in the Grunewald forest (Berlin).

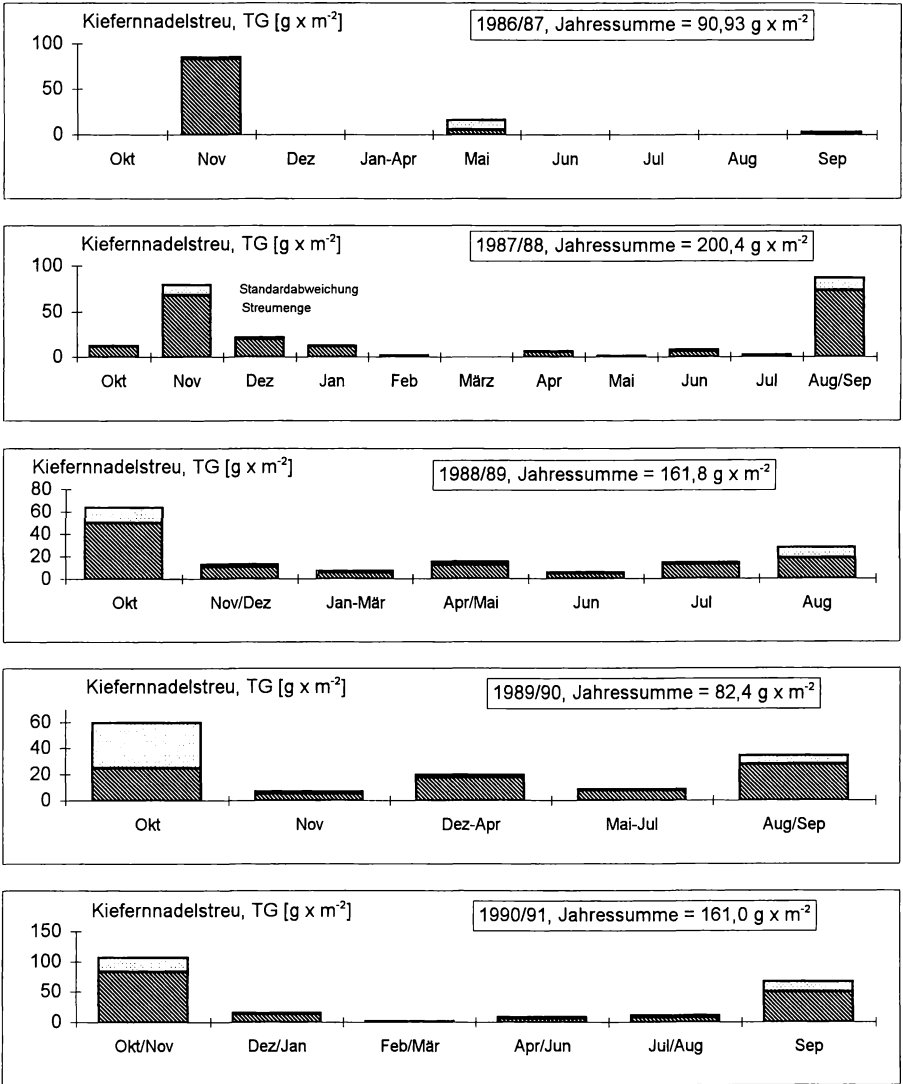


Abb. 3
Kiefernnadelstreuproduktion in der Untersuchungsfläche GR 91 im Forst Grunewald (Berlin).

Fig. 3
Pine needle-litter production in the experimental plot GR 91 in the Grunewald forest.

Die hier erhobenen Streueintragswerte liegen in den gleichen Größenordnungen, wie von anderen Autoren (BERG & al. 1991) für ähnliche Bestände – allerdings mit meist nicht vergleichbaren Erfassungsmethoden – ermittelt.

3.2 Elementflüsse mit dem Streufall

In Tab. 1 sind exemplarisch die Elementflüsse mit dem Streufall für das Jahr 1986/87 aufgeführt. Hierbei wird deutlich, daß neben beträchtlichen Nährstofffrachten auch anthropogene Schadstoffe, wie z.B. Schwermetalle, dem Waldboden über den Streufall zugeführt werden.

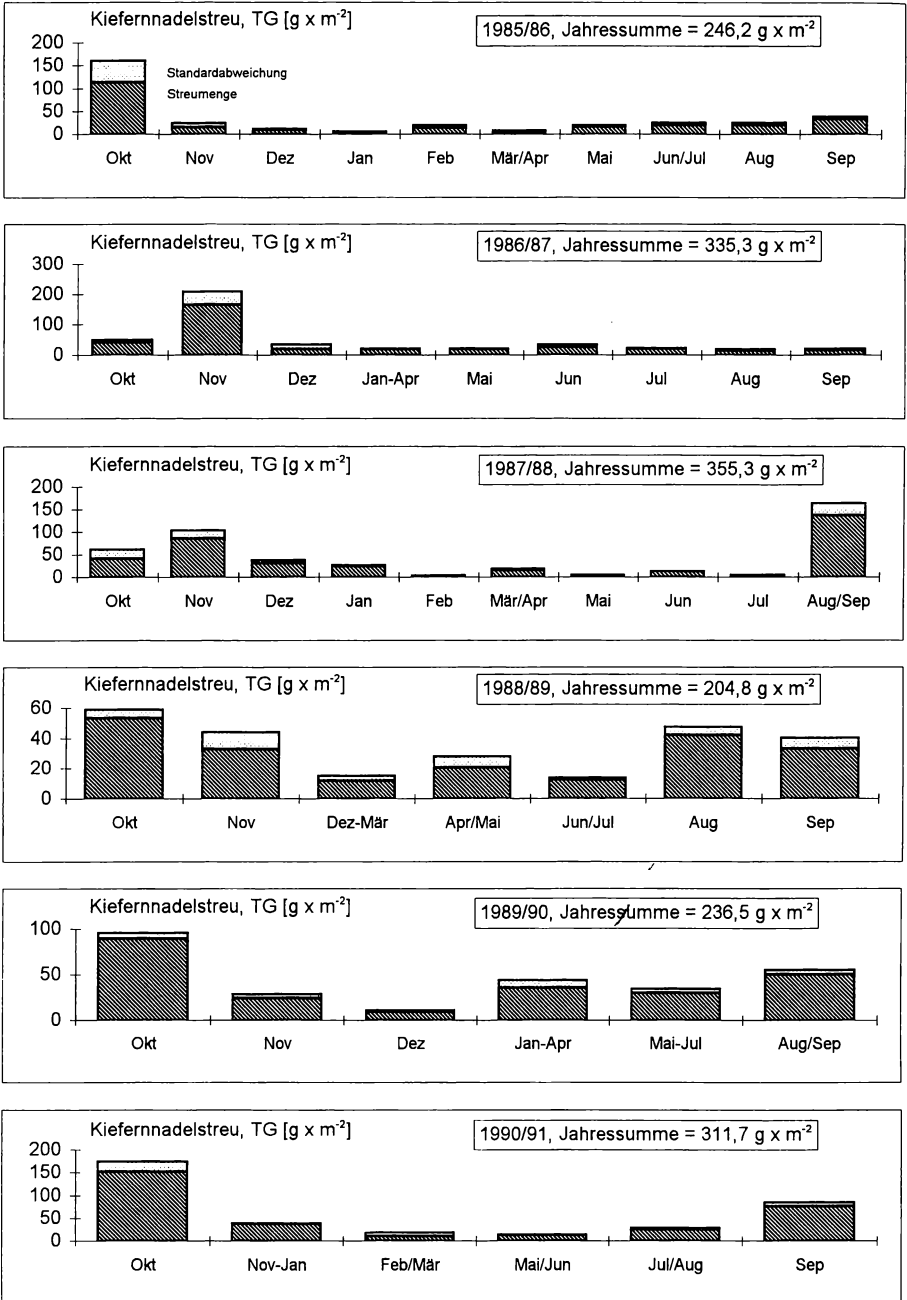


Abb. 4
Kiefernadelstreuproduktion in der Untersuchungsfläche
GR 63 im Forst Grunewald (Berlin).

Fig. 4
Pine needle-litter production in the experimental plot GR 63
in the Grunewald forest (Berlin).

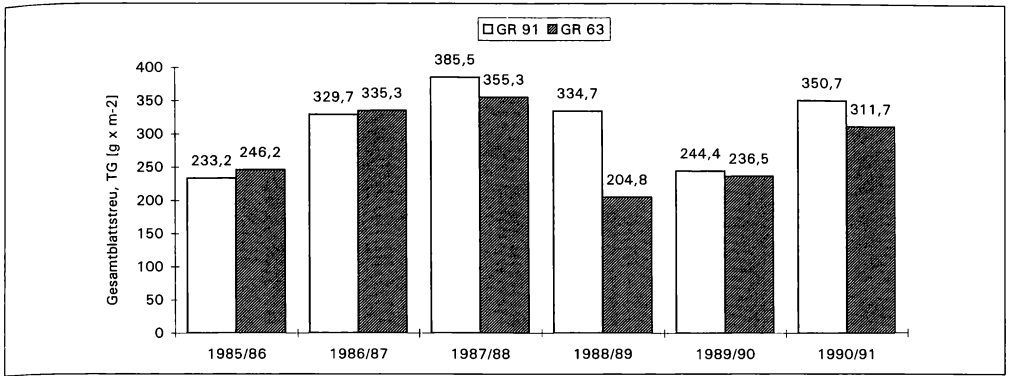


Abb. 5

Jahressummen der Gesamtblattstreu am Standort GR 91 und GR 63 im Forst Grunewald (Berlin).

Fig. 5

Annual totals of leaf- and needle-litter in the experimental plots GR 91 and GR 63 in the Grunewald forest (Berlin).

Tab. 1

Elementflüsse mit dem Blatt- und Nadelstreufall für unterschiedliche Forststandorte im Grunewald (Berlin).

Tab. 1

Element fluxes in litter fall for different experimental plots in the Grunewald forest (Berlin).

Element	GR91	GR63
<i>[kg · ha⁻¹ · a⁻¹]</i>		
Mg	4,6	2,7
K	12,7	10,9
Ca	29,2	19,8
Fe	1,4	1,4
Al	1,6	1,8
Mn	4,9	3,1
S (total)	9,9	8,9
P	2,6	2,4
N (total)	29,1	37,5
C	1.631,0	1.337,0
<i>[g · ha⁻¹ · a⁻¹]</i>		
Zn	137,7	167,8
Cu	17,5	10,0
Pb	24,3	28,6
Cd	1,6	1,4

4. Diskussion

Ein Vergleich von Streueintragsdaten verschiedener Standorte ist schwierig, da die Streuproduktion stark von klimatischen, edaphischen und bestandestypischen Faktoren abhängig ist und die Experimentatoren meist unterschiedliche Methoden zur Erfassung der Streumengen einsetzen (MEENTEMEYER & al. 1982).

VOGT & al. (1986) nennen für boreale Nadelwälder Streumengen von 0,13 – 5,72 t TS pro ha und Jahr. BREYMEYER (1994) dokumentiert in einer Zusammenstellung der in polnischen Kiefernwäldern ermittelten Streufallmengen Werte mehrheitlich im Bereich von 2,6 – 5,4 t TS x ha⁻¹ x a⁻¹, für polnische Mischwälder Werte von 2,2 – 6,6 t TS x ha⁻¹ x a⁻¹. Die in Berlin ermittelten Streufallmengen, für die Untersuchungsfläche GR 91 (Pino-Quercetum, Altbestand) 2,3 – 3,5 t TS x ha⁻¹ x a⁻¹, für die Untersuchungsfläche GR 63 (Kiefernforst) 2,0 – 3,6 t TS x ha⁻¹ x a⁻¹ liegen ebenfalls in diesen Größenordnungen. HELLER (1986) findet im Solling für Fichte – so auch für Buche –, Grobstreu und Feinstreu zusammengenommen, Streumassen im Größenordnungsbereich von ca. 4,0 – 5,0 t TS x ha⁻¹ x a⁻¹. Er stellt periodisch verstärkten Nadelfall bei der Fichte von Mitte März bis Mitte Mai sowie von Mitte Oktober bis Mitte November fest. Eine äquivalente zweigipflige Periodizität ist an den Berliner Untersuchungsflächen gegeben, wobei der Höhepunkt des Blattfalls bei der Eiche tendenziell etwas später im Jahr (Nov./Dez.) anzusiedeln ist als der der Kiefer (Okt./Nov.).

BERG & al. (1991), die die Entwicklung der Kiefernadelstreuproduktion von unterschiedlich alten Kiefernforsten (18, 55, 120 Jahre alt) an 33 Standorten in Europa untersuchten, fanden, daß über einen Zeitraum von 6 Jahren die Nadelstreuproduktion mit dem Bestandesalter zunahm. Auf den von uns untersuchten Flächen nehmen die Gesamtstreubiomassen in den 3 Jahren stetig zu. Das Trockenjahr 1989/90 unterbricht allerdings diese Entwicklung. U.a. wegen der unterschiedlichen Baumartenzusammensetzung auf den Beprobungsflächen GR 91 und GR 63 ist ein direkter Vergleich der beiden Flächen nicht möglich.

Vergleicht man die 1967/68 mit den gleichen Methoden an Fichtenstreu im Solling ermittelten Ele-

mentgehalte (ULRICH & al. 1986) mit den 1986/87 im Grunewald an Kiefernstreu gewonnenen Daten, so kann man – läßt man andere Faktoren außer acht – in den generell höheren Werten der Berliner Messungen den Einfluß des Ballungsraums Berlin als Emittenten dokumentiert sehen. So sind z.B. die Calcium- und Magnesium-Einträge über den Streufall hier auf die entsprechenden Emissionen basischer Stäube beim Verbrennungsprozeß von Braunkohle zurückzuführen, Aluminium und Blei sind Bestandteil der dem Straßenverkehr zuzuordnenden Stoffeinträge. ZIELINSKI (1984) ermittelte in einem 10 – 35 km östlich von Krakau (Polen) gelegenen Pino-Quercetum gegenüber den in Berlin gefundenen Immissionen noch deutlich höhere Stoffeinträge über den Pfad Streufall. Während die in Niepolomice gemessenen Eintragungsmengen z.B. für die Elemente Magnesium, Kalium, Calcium, Eisen, Schwefel und Phosphat ungefähr doppelt bis vierfach so hoch sind wie die im Grunewald ermittelten, sind die auf der polnischen Untersuchungsfläche gemessenen Schwermetalleinträge (z.B. Kupfer: $170 \text{ g/ha}^{-1} \times \text{a}^{-1}$; Blei: $290 \text{ g/ha}^{-1} \times \text{a}^{-1}$ und Cadmium: $20 \text{ g/ha}^{-1} \times \text{a}^{-1}$) außer für Zink etwa um den Faktor 10 höher als in Berlin. Dies und die damit einhergehenden Ökosystemveränderungen werden mit den Emissionen des Schwerindustriestandortes Krakau in Verbindung gebracht (CWIKOWA et al. 1984).

Die mit dem Streufall einhergehenden Stoffeintragsmengen und die von RENGER & al. (1988) im Jahr 1987 auf den Untersuchungsflächen im Grunewald gemessenen Elementeträge über die Niederschläge ergeben z.B. für die Elemente Calcium, Magnesium, Kalium, Eisen, Mangan nahezu identische Werte, während der Aluminiumentrag mit den Niederschlägen ($4,0 \text{ kg/ha}^{-1} \times \text{a}^{-1}$) um das zwei- bis dreifache über den mit dem Streufall niedergehenden Mengen ($1,6 - 1,8 \text{ kg/ha}^{-1} \times \text{a}^{-1}$) liegt.

Literatur

- BERG, B., M.P. BERG, J. CORTINA, J. FLOWER-ELLIS, A. GALLARDO, M.B. JOHANSSON, J.E. LUNDMARK & M. MADEIRA, 1991: Amounts of litterfall in some european coniferous forests. – In: A. BREYMEYER (ed.): Proceedings from SCOPE Seminar: Geography of carbon budget processes in terrestrial ecosystems. Szymbark, Aug. 17–23, 1991: 284–312.
- BERG, B., 1994: Decomposition of root litter and some factors regulating the process: long-term root litter decomposition in a Scots pine forest. – Soil Biol. Biochem. 16: 609–617.
- BREYMEYER A., 1994: Effects of atmospheric deposition and climate change on forest ecosystems in eastern Europe and the United States. – 1993 Report on Polish-American Co-operation. Polish Academy of Science, Warsaw, ohne Seitenzahl.
- CWIKOWA, A., A. GRABOWSKI, A.J. LESINSKI & S.

MYCZKOWSKI, 1984: Flora and vegetation of the Niepolomice forest. – In: GRODZINSKI, W., J. WEINER & P.F. MAYCOCK (eds.): Forest Ecosystems in Industrial Regions. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, 277 S.

- HELLER H., 1986: Streufall und dessen Periodizität. – In: ELLENBERG H., R. MAYER & J. SCHAUERMANN (Hrsg.): Ökosystemforschung – Ergebnisse des Sollingprojekts. – Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 507 S.
- KRATZ, W., 1991: Der Streuabbaubehälter, ein Instrument der modernen Bodenbiologie. – Mitteilgn. Dtsch. Bodenkd. Gesell., 66: 547–549.
- MEENTEMEYER, V., E.O. BOX & R. THOMPSON, 1982: World pattern and amounts of terrestrial plant litter production. – Bioscience 32: 125–128.
- PENKA, M., M. VYSKOT, E. KLIMO & F. VASICEK, 1985: Floodplain forest ecosystem. I. Before Water Management Measures. Academia-Verlag, Praha, 466 S.
- RENGER, M., K. STAHR, K. RAKEI & B. MARSCHNER, 1988: Wasser, Nährstoff- und Schadstoffdynamik immissionsbelasteter Forsten im Ballungsraum Berlin (West). – In: UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Ballungsraumnahe Waldökosysteme. 2. Jahresbericht zum 4. Statusseminar. – Berlin, 391 S.
- SOLLINS, P., 1982: Input and decay of coarse woody debris in coniferous stands in western Oregon and Washington. – Can. J. For. Res. 12: 18–28.
- VOGT, K.A., C.C. Grier & D.J. VOGT, 1986: Production, turnover, and nutrient dynamics of above- and belowground detritus of world forests. – Adv. Ecol. Res. 15: 303 – 377.
- ULRICH, B., R. MAYER & E. MATZNER, 1986: Vorräte und Flüsse der chemischen Elemente. – In: ELLENBERG H., R. MAYER & J. SCHAUERMANN (Hrsg.): Ökosystemforschung – Ergebnisse des Sollingprojekts. – Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 507 S.
- WARING, R.H. & W.H. SCHLESINGER, 1985: Forest ecosystems – concepts and management. – Academic Press, Orlando: 340 S.
- ZIELINSKI J., 1984: Decomposition in the pine forests of Niepolomice. – In: GRODZINSKI, W., J. WEINER & P.F. MAYCOCK (eds.): Forest Ecosystems in Industrial Regions. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, 277 S.

Danksagung

Die dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Arbeiten sind Bestandteil des Untersuchungsprogramms »Ballungsraumnahe Waldökosysteme«, das von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung u. Umweltschutz finanziert und in deren Auftrag durchgeführt wurde.

Adresse

Priv. Doz. Dr. Werner Kratz
FU Berlin, Institut für Tierphysiologie
FB Biologie, WE 5, Grunewaldstr. 34, D-12165 Berlin

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Kratz Werner

Artikel/Article: [Untersuchungen zur oberirdischen Streuproduktion in Berliner Stadtwäldern 423-430](#)