# Ökologische Untersuchungen zum mikrobiellen Chitinabbau in stadtnahen Fließgewässern

F. STREICHSBIER

## 1. Einleitung

Für den Nährstoffzyklus aquatischer Ökosysteme spielen mikrobielle Abbauvorgänge eine bedeutende Rolle. In diesem Zusammenhang nimmt auch Chitin einen wichtigen Rang ein (1). Aufgrund seines Aufbaues aus N-Acetylglucoseamineinheiten kann es sowohl als Kohlenstoff- als auch Stickstoffquelle verwertet werden und ist mit einem Stickstoffgehalt von etwa 7 % (2) ein substantieller Faktor für den Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf des Ökosystems.

Eine ökologische Bestandsaufnahme chitinolytischer Mikroorganismen wurde in verschiedenen Arbeiten beschrieben. Die meisten Autoren untersuchten in diesem Zusammenhang marine Standorte (3,4) oder Sediment- bzw. Bodenproben (1,5,6). Entsprechende Arbeiten über Fließgewässer, auch aus dem europäischen Raum, liegen kaum vor. Zur Erfassung chitinolytischer Mikroorganismen wurde fast ausschließlich reprezipitiertes Chitin im Selektionsmedium verwendet. Obwohl die zulässige Verwendung von chemisch vorbehandeltem Chitin für *in vitro* Studien an Chitinasesystemen gesichert erscheint (3,7,8), werden gelegentlich gewisse Bedenken bezüglich der Verwendung von chemisch vorbehandeltem Chitin für ökologische Untersuchungen geäußert (1,9).

Der Autor berichtete in jüngster Zeit über eine verläßliche

Methode zur Erfassung chitinolytischer Keime unter Verwendung von nativem Chitin (9). In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, mit dieser Methode den mikrobiellen Chitinabbau in einem Kleinfließgewässer zu beschreiben. Der Schwerpunkt der Untersuchungen war dabei auf die Identifizierung der am natürlichen Standort auftretenden chitinolytischen Bakterien gerichtet. Die Kenntnisse über die Zusammensetzung der am Chitinabbau beteiligten Bakterienflora sollen gemeinsam mit entsprechenden Zählergebnissen einen Einblick in die diesbezüglichen Verhältnisse typischer Stadtrandgewässer ermöglichen.

## 2. Methodik

### 2.1. Probennahme

Die Wasserproben wurden aus dem am westlichen Stadtrand von Wien liegenden Mauerbach entnommen. Die Abnahmestelle liegt etwa 200 Meter westlich von Schloß Laudon in einem besiedelungsfreien Abschnitt des Bachlaufes (Abbildung 1). In dieser Zone zeigt der Bach das biologische Gütebild eines kaum bis mäßig verunreinigten Gewässers (10). Die Untersuchungen wurden im Sommer 1981 begonnen und im Herbst 1982 abgeschlossen. In der Regel wurden jeweils 2 Parallelproben von je 1 Liter entnommen, die innerhalb von maximal 3 Stunden im Labor aufgearbeitet wurden.

### 2.2. Zahlenmäßige Erfassung

Die Bestimmung der Gesamtkeimzahlen erfolgte nach dem Gußplattenverfahren unter Verwendung von DEV-Nähragar, wobei über 44 $\pm$ 4 h bei 20 $\pm$ 2 $^{o}$C inkubiert wurde (11). Die Zählung der zum Chitinabbau befähigten Bakterien wurde nach dem Verfahren der most probable numbers unter Verwendung von Chitinstreifenmedium (9) vorgenommen.

## 2.3. Isolierung und Reinkulturherstellung

Zur Gewinnung von Einzelkolonien wurden ausschließlich Proben aus den beiden letztbewachsenen Verdünnungsstufen der MPN-Ansätze herangezogen. Die Isolierung und Reinkultivierung erfolgte nach einem speziellen für die Erfassung chitinolytischer Bakterien entwickeltem Arbeitsschema (9).

## 2.4. Identifizierung

Auf die Methodik zur taxonomischen Erfassung der isolierten Bakterien soll ausführlicher eingegangen werden, wobei gleich eingangs bemerkt wird, daß die Untersuchungsabfolge nach den Richtlinien von BERGEY's Manual (12) verlief.

Die mikroskopische Untersuchung der lebenden Zellen wurde im Phasenkontrast bei 1500facher Endvergrößerung vorgenommen; für die Bestimmung der Zellgröße diente ein Okularmikrometer. Die GRAM-Färbung (13) erfolgt jeweils an fünf hitzefixierten Ausstrichen identer Kulturen; die Gegenfärbung mit Karbolfuchsinlösung wurde nur an als GRAM-negativ bestimmten Stämmen durchgeführt.

Signifikante Pigmentbildungen der isolierten Kulturen waren meist direkt in den entsprechenden Anreicherungen beobachtbar, zur Bestätigung wurden jedoch auch Kulturen in Nährbouillon oder auf speziellen Nährböden gezüchtet.

Als weitere Merkmalbestimmung erfolgte die Prüfung auf oxidativem bzw. fermentativem Glucoseabbau (14), hierbei wurde der Inkubationszeitraum auf 10 Tage ausgedehnt.

Für die weitergehende Beschreibung der isolierten Stämme wurden verschiedene sinnvoll ausgewählte biochemische Identifizierungsverfahren verwendet. Die Basis bildeten

dabei Reaktionen der "Bunten Reihe" (11).

Die Prüfung auf Gelatineverflüssigung erfolgte vorerst unter Verwendung von DEV Gelatine-Agar und DEV Nährgelatine, später wurde nur Nährgelatine verwendet, da die für Gelatine-Agar beschriebene Plattenmethode (15) zu aufwendig war. Die Ansätze mit Nährgelatine wurden aus zeitlichen Gründen bei 30 °C bebrütet und mußten daher vor den Kontrollbeobachtungen auf Raumtemperatur gebracht werden, wodurch nicht abgebaute Anteile des Mediums wieder erstarrten (16).

Für den Nachweis von Citratabbau kam SIMMONS-Citrat-Agar zur Anwendung (11). Säurebildungsvermögen und Acetoinbildung wurden unter Verwendung von MR-VP-Bouillon geprüft; der Acetoinnachweis erfolgte nach der BARRITT-Methode (17). Nitratbouillon wurde als Testmedium zum Nachweis von Denitrifikation und Nitratreduktion verwendet, wobei mit GRIESS-ILOSVAY-Reagenz auf gebildetes Nitrit geprüft wurde.

Die Beimpfung der beschriebenen Ansätze erfolgte bei festen Testmedien mit Schrägagarkulturen,bei flüssigen mit jeweils 0,05 ml Reinkultursuspension. Bebrütet wurde bei 30 °C über 2 - 10 Tage.

Im Zuge der Identifizierungsvorgänge erwies sich der Einsatz von drei weiteren grundlegenden Untersuchungsmethoden als notwendig. So wurde auf das Vorliegen der Enzyme Katalase (11), Cytochromoxidase (11) und Desoxyribonuclease (18,19) geprüft.

Maßgebend für die erfolgreiche Durchführung der Tests war die Verwendung von im logarithmischen Wachstumsstadium befindlichen Zellmaterial.

Alle der Identifizierung dienenden Tests wurden unter Ver-

wendung von Präparaten der Firma MERCK, Darmstadt, BRD, ausgeführt. Referenzstämme wurden von der DEUTSCHEN SAMMLUNG VON MIKROORGANISMEN, Göttingen, BRD, bezogen.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Zählergebnisse

Die angegebenen Werte resultieren aus Untersuchungen, die im Zeitraum Mai bis September 1982 durchgeführt wurden. Sie stellen Mittelwerte über die in den einzelnen Monaten gefundenen Keimzahlen dar und sind mit den zugehörigen Standardabweichungen angegeben.

Die durchschnittliche Gesamtkeimzahl im Beobachtungszeitraum lag bei 20 500 ± 2 200 Keimen/ml, die entsprechende Anzahl an potentiellen chitinolytischen Bakterien bei 1 200 ± 210 Keimen/ml. Der festgestellte Anteil der Chitinabbauer an der Gesamtpopulation betrug damit etwa 6 %.

### 3.2. Identifizierung

Bei den nachfolgend beschriebenen Species handelt es sich ausschließlich um Bakterien, die im gesamten Untersuchungszeitraum wiederholt isoliert werden konnten. Dieser Bedingung genügten sieben Stämme, die im weiteren mit CH 1 bis CH 7 bezeichnet werden.

Die Ergebnisse der allgemeinen Merkmalserfassung sind in Tabelle 1 dargestellt. Aufgrund dieser Daten konnte vorerst die taxative Zuteilung der isolierten Bakterien zu den in BERGEY's Manual (12) unterschiedenen "parts" vorgenommen werden. CH 4 und CH 6 wurden als GRAM-negative aerobe Stäbchen klassifiziert. CH 2, CH 3 und CH 7 zählen zu den GRAM-negativen fakultativ anaeroben Stäbchen und CH 1 sowie

CH 5 zu den Endosporen-bildenden Stäbchen.

Von großer Bedeutung für die weitergehende Klassifizierung waren die unterschiedlichen kulturellen Merkmale der isolierten Bakterien. So konnten CH 2 und CH 3 aufgrund der ausgeprägten Violettfärbung ihrer Kulturen mit hoher Wahrscheinlichkeit der Gattung Chromobacterium zugeordnet werden. Das Vorliegen zweier Arten wurde durch unterschiedliches Verhalten bei der Pigmentbildung angezeigt. Während CH 2 die Pigmentierung beibehält, verschwindet sie bei CH 3 nach längerer Kultivierung auf Nähragar und tritt nach Überimpfung im Chitinstreifenmedium wieder auf. Die Stämme CH 4 und CH 6 produzieren fluoreszierende Pigmente und können aufgrund dieser Eigenschaft und unter Berücksichtigung des Standortes den Pseudomonadaceae zugerechnet werden. Als weiterer pigmentbildender Stamm liegt CH 7 vor. Die Kolonien dieser Species kommen auf Nähragar unter rosa bis hellroter Färbung zur Entwicklung. Diese Pigmentierung verschwindet nach längerer Lagerung der Kulturen, tritt aber nach Überimpfung wieder auf.

Nachfolgend werden die Ergebnisse von speziellen, der näheren Klassifizierung dienenden Untersuchungen wiedergegeben. Die entsprechenden Tabellen sind so gegliedert, daß die zu einem bestimmten Klassifizierungsschritt führenden Resultate absatzweise zusammengefaßt sind.

Die Stämme CH 4 und CH 6, die über die allgemeinen Merkmale als Pseudomonadaceae klassifiziert wurden, konnten infolge weiterer Untersuchungen der Gattung Pseudomonas, Sektion I, zugeordnet werden (Tabelle 2, erster Absatz). Einige der in Sektion I enthaltenen Pseudomonaden produzieren keine fluoreszierenden Pigmente oder sind ausgesprochene Phytopathogene, so daß diese Arten für weitere Überlegungen

nicht in Betracht kommen. Unter Einsatz der Spezialnährböden Pseudomonas-Agar F und Pseudomonas-Agar P wurden die beiden Stämme auf ihr Vermögen zur Pyocyanin- bzw. Fluoresceinbildung geprüft (20) Aufgrund dieser und weiterer spezieller Untersuchungen (21) erfolgte die Klassifizierung von CH 4 und CH 6 als Pseudomonas fluorescens bzw. Pseudomonas putida (Tabelle 2, zweiter Absatz). Als Referenzstämme dienten Ps. fluorescens (DSM 50090) und Ps. putida (DSM 548).

Relativ einfach gestaltete sich die taxative Erfassung der Chromobakterien, da für diese Gattung derzeit - nach BERGEY (12) nur zwei Arten definiert sind. Das ebendort zitierte Bestimmungsschema wurde daher auch für die Identifizierung von CH 2 und CH 3 herangezogen. Die in Tabelle 3 angeführten Ergebnisse erlaubten die Klassifizierung von CH 2 als Chromobacterium violaceum und jene von CH 3 vorerst als Chromobacterium lividum. Nach neueren, in der letzten Ausgabe des Manuals noch nicht berücksichtigten Untersuchungen (22) wird Chromobacterium lividum unter der Bezeichnung Janthinobacterium lividum geführt. Die Nomenklatur für Chromobacterium violaceum bleibt unverändert. Die verwendeten Referenzstämme waren Ch. violaceum (DSM 30191) und J. lividum (DSM 1522).

Schwieriger war die Bestimmung des dritten, zur Gruppe der GRAM-negativen fakultativ anaeroben Stäbchen zählenden Stammes CH 7. Zahlreiche zu dieser Gruppe zählende Bakterien konnten aufgrund ihres ausschließlichen Auftretens an speziellen Standorten ausgeschieden werden, so daß letztlich neben den Enterobacteriaceae nur mehr die Gattungen Aeromonas, Plesiomonas und Flavobacterium in Betracht gezogen werden mußten. Die Letztgenannten wurden über die im ersten Abschnitt von Tabelle 4 beschriebenen Tests ausgeschieden. Die weiteren in Tabelle 4 angeführten Untersuchungen dienen

der Zuordnung des isolierten Stammes innerhalb der Enterobacteriaceae. Dabei führen die Ergebnisse des zweiten Tabellenabsatzes zur Einordnung von CH 7 in das Stammsystem Klebsielleae (12) und jene des dritten Abschnittes zur endgültigen Klassifizierung als Serratia marcescens. Als Teststamm diente S. marcescens (DSM 30121).

Die beiden isolierten sporenbildenden Stäbchen CH 1 und CH 5 waren über ihre morphologischen und kulturellen Merkmale eindeutig der Gattung Bacillus zuordenbar. Die entsprechenden Untersuchungsergebnisse sind im ersten Absatz von Tabelle 5 angegeben. Für die weitere taxative Einordnung innerhalb dieser Gattung waren die morphologischen Merkmale von hervorragender Bedeutung. Aufgrund der mikroskopischen Untersuchungen in Verbindung mit den Resultaten weiterer biochemischer Tests (vgl. Tabelle 5) wurde CH 1 als Bacillus thuringiensis und CH 5 als Bacillus cereus bestimmt. Als entsprechende Referenzstämme wurden B. thuringiensis (DSM 350) und B. cereus var. mycoides (DSM 299) verwendet.

### 3.3. Chitinolytische Fähigkeiten

In Tabelle 6 sind die in vitro beobachteten chitinolytischen Fähigkeiten der isolierten Wildstämme beschrieben. Die Beobachtungen wurden über mehrere Monate an Versuchsansätzen im Chitinstreifenmedium vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß nur Ch. violaceum in der Lage war, den angebotenen Chitinstreifen innerhalb von zwei Monaten vollständig abzubauen. J. lividum und S. marcescens hatten zwar ebenfalls ausgeprägte chitinolytische Eigenschaften, benötigten aber für den vollständigen Abbau entsprechender Streifen etwa vier Monate. Alle übrigen Stämme zeigten anfangs Abbauaktivitäten, die aber nach einiger Zeit zum Erliegen kamen, so daß eine vollständige Zersetzung der Streifen auch nach mehrmonatiger

Bebrütung nicht auftrat. Die Referenzstämme zeigten ähnliches Verhalten wie die entsprechenden Wildstämme.

## 4. Diskussion

Über die allgemeine Problematik der Beschreibung ökologischer Verhältnisse in Kleinfließgewässern durch im Laborversuch erhaltene Ergebnisse ist vom Autor in früheren Arbeiten (23, 24) ausführlich berichtet worden. Daher beschränkt sich die folgende Diskussion auf den Themenkreis der Chitinolyse.

Um eine ausschließliche Erfassung der chitinolytischen Bakterienflora sicherzustellen, kam bei den vorliegenden Versuchen ein hochselektives Nährmedium zur Anwendung. Somit wurden nur solche Species gezählt bzw. isoliert, die ohne weitere Stickstoff- und Kohlenstoffquellen das Auslangen finden. Für diese potentiellen Chitinabbauer kann angenommen werden, daß sie jedenfalls an der im Biotop stattfindenden Chitinolyse beteiligt sind. Nicht erfaßt wurden jene Arten, die diesbezügliche Aktivitäten nur bei gleichzeitigem Vorliegen anderer Nährstoffquellen entwickeln können. Da solche Species mit hoher Wahrscheinlichkeit am natürlichen Standort auftreten, muß vermutet werden, daß die Anzahl der in vivo aktiven Chitinolyten höher ist als die in vitro gefundenen (1). Diese Überlegungen gelten in gleicher Weise für die Ergebnisse der zahlenmäßigen Erfasssung der chitinolytischen Gesamtpopulation und für die in diesem Zusammenhang bestimmte Artenzahl.

Ähnliche Betrachtungen sind für die Beurteilung der gefundenen chitinolytischen Aktivitäten der isolierten Einzelindividuen anzustellen. Aufgrund der gewählten Versuchsanordnung kann zwar mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden,

daß die isolierten potentiellen Chitinabbauer auch im Biotop wesentlichen Anteil an der Chitinolytenpopulation haben. Schwieriger ist eine Aussage darüber zu treffen, in welchem Ausmaß die einzelnen Species an den Zersetzungsvorgängen beteiligt sind. Durch ihre Isolierung aus dem ökologischen Verband können etwaige am natürlichen Standort durch Sukzession bewirkte synergistische Effekte nicht erfaßt werden. Es kann aber angenommen werden, daß jene Stämme die in vitro gute Abbaueigenschaften zeigen, auch in vivo entsprechend hohe Aktivitäten entfalten werden.

Die Betrachtung der identifizierten Einzelindividuen zeigt, daß besonders die GRAM-negativen fakultativ anaeroben Stäbchen ausgeprägte chitinolytische Eigenschaften besitzen. Diese Bakteriengruppe wurde neben jener der GRAM-negativen Stäbchen auch von anderen Autoren (25, 26) als maßgebend am Chitinabbau beteiligte gefunden. Dabei wurden als chitinolytische Gattungen Pseudomonas, Moraxella, Flavobacterium, Serratia und Chromobacterium beschrieben. Auch Vertreter der Gattung Bacillus sind an anderer Stelle (27) als Chitinolyten angeführt. Eine über die Gattungsbestimmung hinausgehende Klassifizierung wurde bei den zitierten Untersuchungen nicht durchgeführt.

In der vorliegenden Arbeit wurde erstmalig eine weitergehende systematische Klassifizierung der in Kleinfließgewässern auftretenden chitinolytischen Bakterien vorgenommen. Die dabei bestimmten Gattungen sind auch in anderen aquatischen Ökosystemen (25, 26) als Chitinolyten gefunden worden, was möglicherweise auf deren weite Verbreitung als Chitinabbauer hinweist.

## 5. Zusammenfassung

Die Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Arbeit geben einen Überblick über die zahlenmäßige Größe und die Zusammensetzung der chitinolytischen Bakterienflora eines typischen Stadtrandgewässers des Wiener Raumes.

Die am durch zivilisatorische Einflüsse kaum verunreinigten Untersuchungsstandort auftretende Gesamtkeimzahl liegt bei etwa 20.000 Keimen/ml. Der Anteil der chitinolytischen Bakterien an der Gesamtpopulation beträgt 6 %.

Als am Chitinabbau beteiligte Bakterien wurden die Species *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Chromobacterium violaceum*, *Janthinobacterium lividum*, *Serratia marcescens*, *Bacillus thuringiensis* und *Bacillus cereus* gefunden. Die ausgeprägtesten chitinolytischen Eigenschaften zeigten die zur Gruppe der GRAM-negativen fakultativ anaeroben Stäbchen zählenden Wildstämme.

Literatur

(1) WARNES, C., CHESTER, R. (1977): Preliminary studies on chitin decomposition in Lake Erie sediments.- Ohio J. Sci. 77, 224-230

(2) BROWN, M. (1982): Cellulose and other natural polymer systems. - Plenum Press, New York.

(3) CAMPBELL, L., WILLIAMS, O. (1951): A study of chitin decomposing microorganisms of marine origins.- J.Gen. Microbiol. 5, 894-905

(4) ZOBELL, C., RITTENBERG, S. (1938): Occurence and characteristics of chitinoclastic bacteria in the sea. - J.Bacteriol. 35, 275-287

(5) OKAFOR, N. (1966): Ecology of micro-organisms on chitin buried soil. - J.Gen.Microbiol.44,311-327

(6) WILLIAMS, S., ROBINSON, C. (1981):The role of streptomycetes in decomposition of chitin in acidic soils.- J.Gen.Microbiol. 127, 55-63

(7) SUNDARRAJ, N., BHAT, J. (1972): Breakdown of chitin by Cytophaga johnsii. - Arch.Mikrobiol. 85, 159-167

(8) MONREAL, J., REESE, E. (1969): The chitinase of Serratia marcescens.-Can.J.Microbiol. 15, 689-696

(9) STREICHSBIER, F. (1982): Neue Methoden zur Isolierung chitinabbauender Bakterien.- Wasser und Abwasser, Band 25, 12-19.

(10) WWK, Wasserwirtschaftskataster (1972), Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft

(11) MERCK (1981): Mikrobiologische Untersuchung von Wasser.- Verlag Fa. MERCK, Darmstadt.

(12) BUCHANAN, R., GIBBONS, N. (1975): BERGEY's manual of determinative bacteriology.- 8.ed., Williams & Wilkins company/Baltimore.

(13) NÄVEKE, R., TEPPER, K. (1979): Einführung in die mikrobiologischen Arbeitsmethoden.-Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

(14) HUGH, R., LEIFSON, E. (1953): The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various gram negative bacteria.- J.Bacteriol. 66, 24-26.

(15) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung. Verlag Chemie, Weinheim.

(16) FISCHER, G., KELTER, N. (1957): Zur Gelatineverflüssigung bei 37 °C und Zimmertemperatur.-Archiv Hyg. 141, 368-372.

(17) BARRITT, M. (1936): The intensification of the Voges Proskauer reaktion by the addition of naphthol(1).- J. Path.Bact. 42, 441-454.

(18) JEFFRIES, CH., HOLTMAN, F., GUSE, D. (1957): Rapid method for determining the activity of microorganisms on nucleic acids.-J.Bacteriol.73,590-591.

(19) SMITH, P., HANCOCK, G., RHODEN, D. (1969): Improved medium for detecting deoxyribonuclease activity in Pseudomonas.-Appl.Microbiol. 25, 107-109.

(20) KING, E., WARD, M., RANEY, D. (1954): Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin.- J. Lab.Med. 44, 301-307.

(21) BLAZEVIC, D., KOEPCKE, M., MATSEN, J. (1973): Incidence and identification of Pseudomonas fluorescens and Pseudomonas putida in the clinical laboratory.- Appl. Microbiol. 25, 107-110.

(22) DE LEY J., SEGERS, P., GILLIS, M. (1978): Intra- and intergenetic similarities of Chromobacterium and Janthinobacterium ribosomal ribonucleic acid cistrons.- Int.J.System. Bact.28, 154-168.

(23) STREICHSBIER, F. (1974): Bakterielle Stoffumsatzprozesse als ökologische Indikatoren in Gewässern.-Dissertation, Techn. Universität Wien

(24) STREICHSBIER, F. (1976): Stoffumsatzaktivitäten von Bakterienpopulationen in stadtnahen Fließgewässern.- Wasser und Abwasser, Band 20, 345-356.

(25) NEWMAN, S., WARNES, C. (1978): Enumeration and identification of bacterial chitinoclasts in selected Indiana waters with emphasis on the Actinomycetes.- Proceedings of the Indiana Academy of Science.87, 347

(26) POOLE, T., WARNES, C. (1981): Microbial mineralization rates of chitin in a freshwater habitat.-Abstr.Ann. Meeting. Am. Soc.Mikrobiol. 4.

(27) SCHLEGEL, H.G. (1981): Allgemeine Mikrobiologie. 5. Aufl., G.Thieme Verlag, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Mag.rer.nat.Dipl.-Ing.Dr.techn.Franz STREICHSBIER, Institut für Biochem.Technologie und Mikrobiologie, Technische Universität Wien, Getreidemarkt 9, A-1060 W i e n

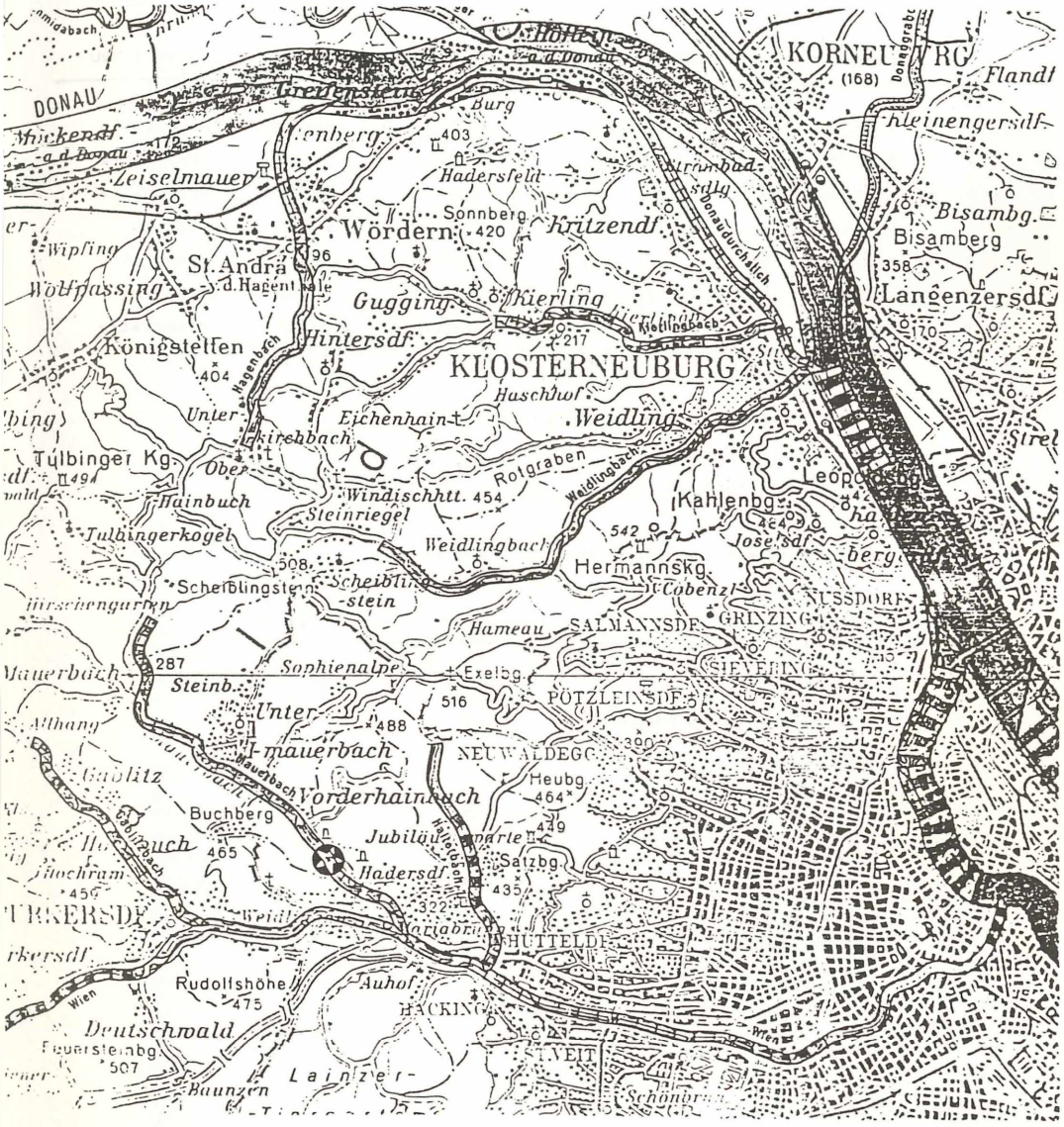


Abbildung 1 Lageskizze des Untersuchungsstandortes

Tabelle 1

Allgemeine Merkmale der isolierten Bakterien

| | Zellform | Zellgröße in µm | GRAM - Reaktion | Sporen | Glucoseabbau |
|---|---|---|---|---|---|
| CH 1 | Stäbchen | 1,1-1,2 x 3,8-6,0 | positiv | zentral | fermentativ |
| CH 2 | Stäbchen | 0,8-1,2 x 2,3-3,4 | negativ | keine | fermentativ |
| CH 3 | Stäbchen | 0,9-1,2 x 3,5-7,1 | negativ | keine | fermentativ |
| CH 4 | Stäbchen | 0,8-0,9 x 2,2-2,9 | negativ | keine | oxidativ |
| CH 5 | Stäbchen | 1,0-1,4 x 4,3-6,2 | positiv | zentral | fermentativ |
| CH 6 | Stäbchen | 0,8-1,1 x 2,5-3,6 | negativ | keine | oxidativ |
| CH 7 | Stäbchen | 0,9-1,1 x 2,0-3,3 | negativ | keine | fermentativ |

Tabelle 2

Charakterisierung der Stämme CH 4 und CH 6

| Untersuchungen | CH 4 | CH 6 |
|---|---|---|
| Zelleinschlüsse | - | - |
| Pleomorphie | - | - |
| fluoreszierendes Pigment | + | + |
| Oxidase | + | + |
| Bildung v. Pyocyanin | - | - |
| Bildung v. Fluorescein | + | + |
| Wachstum bei 41 °C | - | - |
| Gelatine | + | - |
| Trehalose | + | - |
| Inosit | + | - |
| Arabinose | + | (+) |
| Saccharose | + | - |
| Sorbit | + | - |
| Adonit | + | (+) |

Tabelle 3

Charakterisierung der Stämme CH 2 und CH 3

| Untersuchungen | CH 2 | CH 3 |
|---|---|---|
| Wachstum bei 37 °C | + | (+) |
| Arabinose | - | + |
| Xylose | - | + |
| Trehalose | + | - |
| Inosit | - | + |
| Lactose | - | (+) |

Tabelle 4

Charakterisierung des Stammes CH 7

| Untersuchungen | CH 7 |
|---|---|
| Katalase | + |
| Oxidase | - |
| Glucoseabbau | fermentativ |
| MR | - |
| VP | + |
| Citrat | + |
| Gelatine | + |
| DNase | + |
| Arabinose | - |
| Sorbit | - |
| Pigment | rosa |

Tabelle 5

Charakterisierung der Stämme CH 1 und CH 5

| Untersuchungen | CH 1 | CH 5 |
|---|---|---|
| aerobe Kultivation | + | + |
| Katalase | + | + |
| sphaericale Zellform | - | - |
| Sporenmutterzelle aufgetrieben | - | - |
| Zelleinschlüsse | pro Zelle ein rautenförmiger und einige kugelförmige | pro Zelle einige kugelförmige |
| Besondere Merkmale | Zellen oft in Ketten | Zellen immer in fädigen Ketten. Kolonieform lockenförmig |
| Glucoseabbau | fermentativ | fermentativ |
| VP | + | + |
| Nitratreduktion | + | + |
| Mannit | - | - |
| Xylose | - | - |
| Arabinose | - | - |

Tabelle 6

Semiquantitative Beurteilung der chitinolytischen Fähigkeiten der isolierten Wildstämme *in vitro*

| Species | Kennung | chitinolytische Wirkung |
|---|---|---|
| *Pseudomonas fluorescens* | CH 4 | + |
| *Pseudomonas putida* | CH 6 | + |
| *Chromobacterium violaceum* | CH 2 | + + + |
| *Janthinobacterium lividum* | CH 3 | + + |
| *Serratia marcescens* | CH 7 | + + |
| *Bacillus thuringiensis* | CH 1 | + |
| *Bacillus cereus* | CH 5 | + |

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 1982

Autor(en)/Author(s): Streichsbier F.

Artikel/Article: Ökologische Untersuchungen zum mikrobiellen Chitinabbau in stadtnahen Fließgewässern. 53-70