

“十三五”国家重点图书

数学与人文  
· 第二十九辑

# 数学飞鸟

主编 丘成桐 刘克峰 杨乐 季理真  
副主编 王善平

Mathematics & Humanities

高等教育出版社

数学与人文 · 第二十九辑  
Mathematics & Humanities

# 数学飞鸟

SHUXUE FEINIAO

主 编 丘成桐 刘克峰 杨 乐 季理真  
副主编 王善平

高等教育出版社·北京

International Press

“十三五”国家重点图书

图书在版编目(CIP)数据

数学飞鸟/丘成桐等主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2020. 1

(数学与人文; 第二十九辑)

ISBN 978-7-04-052340-9

I. ①数… II. ①丘… III. ①数学-普及读物 IV. ①O1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第161071号

---

Copyright © 2020 by

**Higher Education Press Limited Company**

4 Dewai Dajie, Beijing 100120, P. R. China, and

**International Press**

387 Somerville Ave., Somerville, MA 02143, U.S.A.

---

策划编辑 李华英  
责任编辑 李华英 和 静  
封面设计 王凌波  
版式设计 杨 树  
责任校对 张 薇  
责任印制 尤 静

---

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
印 刷 涿州市星河印刷有限公司  
开 本 787mm × 1092mm 1/16  
印 张 12  
字 数 220千字  
版 次 2020年1月第1版  
印 次 2020年1月第1次印刷  
定 价 29.00元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 52340-00

## 内 容 简 介

《数学与人文》丛书第二十九辑将继续着力贯彻“让数学成为国人文化的一部分”的宗旨，展示数学丰富多彩的方面。

本专辑将介绍 20 世纪几位重要的飞鸟数学家。开创了代数几何新时代的格罗滕迪克也许是现代数学抽象化天空中飞翔最高的飞鸟。由一群才华横溢的法国年轻数学家组成的布尔巴基学派则是对 20 世纪数学有重要影响的飞鸟。“数学星空”栏目还介绍了 20 世纪最重要的数学家之一冯·诺依曼、美国数学家和数学教育家哈尔莫斯以及著名的日本代数数论专家岩泽健吉。

我们期望本丛书能受到广大学生、教师和学者的关注和欢迎，期待读者对办好本丛书提出建议，更希望丛书能成为大家的良师益友。

# 前言

王善平

弗里曼·戴森 (Freeman Dyson, 1923—; 著名理论物理学家和数学家) 区分了两种类型的数学家, 他说道<sup>1)</sup>:

有些数学家是飞鸟, 有些则是青蛙。飞鸟翱翔天空, 俯瞰远至天际的数学宽广全貌。他们喜欢发掘能让我们对不同领域各种问题做统一思考的概念。青蛙生活在下面的泥地里, 只看到周围生长的花草。他们乐于探索特定问题的细节, 一次只解决一个问题……数学既需要飞鸟也需要青蛙。数学既丰富又美丽, 飞鸟让我们看到它的宽广全景, 青蛙则澄清其错综复杂的细节。

本专辑将介绍 20 世纪几位重要的飞鸟数学家。

开创了代数几何全新时代的格罗滕迪克 (Alexandre Grothendieck, 1928—2014), 也许是现代数学抽象化天空中飞翔最高的飞鸟。由《美国数学会通告》(Notices of the AMS) 的副主编兼高级作家杰克森 (Allyn Jackson) 撰写的连载文章“宛如来自空无的召唤——数学大师格罗滕迪克的生平”, 详述了这位传奇人物的颠沛流离、绚丽多彩的一生。由格罗滕迪克的生前同事与好友卡吉耶 (Pierre Cartier) 写的“亚历山大·格罗滕迪克: 只知其名的数学国土”, 则从不同侧面简述格罗滕迪克的生平, 并以大量篇幅介绍他如何开拓一大片广袤的抽象数学国土。而日本数学家宫西正宜的“《代数几何原理》(EGA) 及相关的回忆”, 讲述了作者赴巴黎跟随谢瓦莱 (Chevalley)、格罗滕迪克等, 学习传世巨著《代数几何原理》(Elements de Geometrie Algebrique) 的经历和体会, 也描绘了深受法国数学影响的日本代数几何学家的众生相。2014 年 11 月 13 日, 格罗滕迪克在法国圣吉龙 (Saint-Girons) 逝世。丘成桐先生写诗悼念:

代数泛函当世雄,  
几何算术铸新风。

---

<sup>1)</sup>F. Dyson, Birds and Frogs. *Notices of the AMS*, 2009, 56(2): 212–223. 本文所引用戴森的话均出自此文。——编注

犹存侠骨齐夷意，  
不朽千秋万代功。

本专辑有幸登载王元先生手书该诗的墨迹，以供读者欣赏。

布尔巴基 (Nicolas Bourbaki) 是戴森推崇的对 20 世纪数学有重要影响的飞鸟，他指出，布尔巴基纲领改变了现代数学的风格。当然，大家已经知道，布尔巴基其实是一群才华横溢的法国年轻数学家的团体名称，它在不同时期有不同的人加入，其中包括格罗滕迪克、韦伊 (Weil)、迪厄多内 (Dieudonné) 等。博雷尔 (Armand Borel) 是早期布尔巴基成员之一，他的文章“参与布尔巴基的二十五年”介绍了布尔巴基如何诞生、其活动方式、数学成就和影响。上文所提到的法国数学家卡吉耶，也曾经是布尔巴基的主要成员。“布尔巴基在 20 世纪数学中的作用——P. Cartier 访谈”是他于 2013 年访问日本名古屋大学期间接受采访的实录，其中从另一个角度讲述了布尔巴基的历史，特别提到格罗滕迪克与布尔巴基的恩怨和最终分手。

冯·诺依曼 (John von Neumann) 是 20 世纪最重要的数学家之一，戴森认为他是青蛙，因为“他用自己惊人的技术技能解决了数学和物理学许多分支领域中的问题”。但是戴森的看法并不全面，数学家究竟是飞鸟还是青蛙有时需要看场合，尤其对于冯·诺依曼这样的全能数学家来说。如果从他创立算子环论为量子力学奠定数学基础和开创现代计算机理论的工作来看，冯·诺依曼应是一只高瞻远瞩的飞鸟。由美国著名应用数学家拉克斯 (Peter Lax) 撰写的“John von Neumann 的早年生活、洛斯阿拉莫斯国家实验室时期及电子计算机之路”，介绍了冯·诺依曼的生平，以及他为美国成功研制核子武器和建造世界上首台电子计算机所做出的关键贡献。

在“数学星空”栏目中，还介绍了另外两位数学家。

美国数学家和数学教育家哈尔莫斯 (Paul Richard Halmos, 1916—2006) 以热爱教学、擅长写书和通俗文章著称。他所写的研究生教材以及自传《我要做数学家》(*I want to be a mathematician*) 影响了中国数学系的许多学生。林开亮的文章“哈尔莫斯，我的怀念”，回顾了哈尔莫斯生平，并谈到自己深受他的影响。

岩泽健吉 (1917—1998) 是著名的日本代数数论专家，长期在美国马萨诸塞理工学院和普林斯顿大学等地执教。由日本的《数学》杂志主编饭高和编辑中岛所做的“岩泽健吉访谈录”，记叙了岩泽先生学习和研究数学的经历。

在“数学科学”栏目中有四篇文章，其中徐浩写的“黎曼面模空间与霍奇积分漫谈”，以图文并茂的方式和形象的比喻，解释了深奥的“黎曼面模空间”概念和在此空间上的霍奇积分，以及它们与物理学弦论之间奇妙的联系。

大数学家韦伊写的“zeta 函数的前世”，追溯了从 2000 多年前的阿基米德、到 18 世纪的欧拉、最后是 19 世纪的黎曼，与 zeta 函数有关的无限数列求和之研究及发展。

库珀 (Barry Cooper) 的“重温阿兰·图灵的不可计算”是纪念著名计算机理论开创者图灵百年诞辰的文章，文中以通俗的语言讲解了图灵在 24 岁时所写的划时代论文“论可计算数，及其在‘判定问题’中的应用” (*On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*) 的意义和深远影响。为了帮助读者看懂本文，译者卢卫君在文末给出了详尽的译注。

柯文 (I. Corwin) 写的“复杂随机系统的 KPZ 普适性”以通俗的语言介绍了一类有广泛应用的复杂随机系统“Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) 系统”以及关于其普适性证明的研究进展。

本专辑最后登载了两篇书评，分别是关于 2010 年菲尔兹奖得主维拉尼 (Cédric Villani) 写的普及著作《一个定理的诞生》和数学物理学家吕埃尔 (David Ruelle) 写的《数学与人类思维》。

# 目 录

## 格罗滕迪克的生平与工作

- 3 宛如来自空无的召唤  
—— 数学大师格罗滕迪克的生平（上）  
（Allyn Jackson, 译者：翁秉仁）
- 32 亚历山大·格罗滕迪克：只知其名的数学国土  
（Pierre Cartier, 译者：王涛，贾立媛）
- 50 《代数几何原理》(EGA) 及相关的回忆  
（宫西正宜, 译者：薛玉梅）
- 59 悼格罗滕迪克（丘成桐诗，王元手书）

## 布尔巴基学派

- 63 参与布尔巴基的二十五年（1949—1973）  
（Armand Borel, 译者：黄馨霏）
- 75 布尔巴基在 20 世纪数学中的作用  
—— P. Cartier 访谈（高桥礼司，梅村浩，译者：吴帆）

## 数学星空

- 89 John von Neumann 的早年生活、洛斯阿拉莫斯国家实验室时期  
及电子计算机之路（Peter Lax, 译者：TWSIAM）
- 95 哈尔莫斯，我的怀念（林开亮）

- 110 岩泽健吉访谈录  
(采访者:《数学》编辑部,译者:崔继峰,孙冬伟)

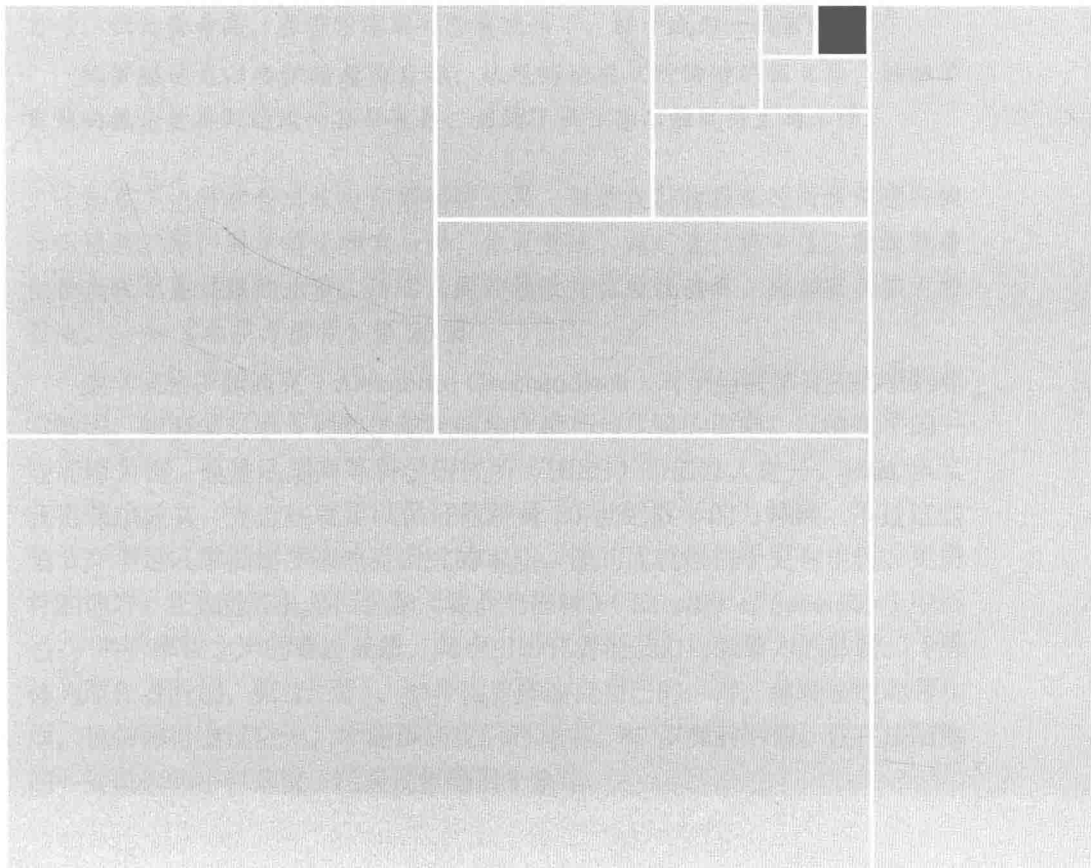
### 数学科学

- 119 黎曼面模空间与霍奇积分漫谈(徐浩)  
125 zeta 函数的前世(André Weil,译者:林开亮)  
133 重温阿兰·图灵的不可计算(S.巴里·库珀,译者:卢卫君)  
153 复杂随机系统的 KPZ 普适性(I. Corwin,译者:苏中根)

### 书评

- 171 《数学与人类思维》书评(辻井正人,译者:姚笑飞)  
174 读维拉尼《一个定理的诞生》(林开亮)

## 格罗滕迪克的生平与工作





# 宛如来自空无的召唤

——数学大师格罗滕迪克的生平（上）

Allyn Jackson

译者：翁秉仁

Allyn Jackson 现任美国数学会会讯 *Notices* 的副主编与总主笔，加州大学柏克利分校数学硕士。

## 重点摘要

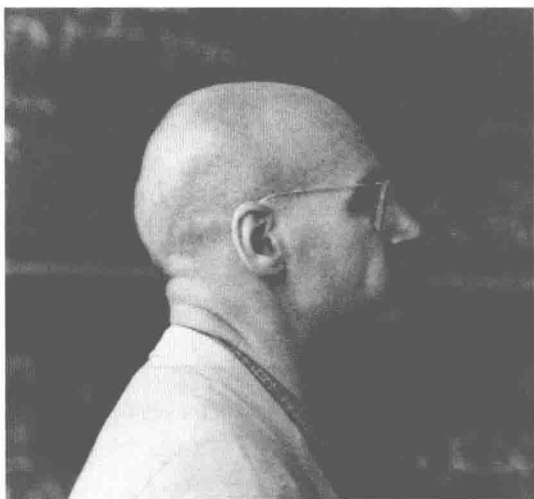
格罗滕迪克是 20 世纪的数学大师，为代数几何开启全新的面貌，数学影响仍方兴未艾。

格罗滕迪克早年多舛，与父母颠沛流离。他的数学背景贫乏，一切出于自学，但天资奇高，在苦学深思与师友攻错下，终于成为一代宗师。

格罗滕迪克以韦伊猜想为目标，从范畴论观点所铸造的新工具，联结了离散的数论世界与连续的拓扑世界，启迪了多位菲尔兹奖得主的工作。

如果不把科学看成权力和宰制的工具，而是我们物种在时间长河进行的知识探险。每门科学好比和声一样，依时更迭，或广袤，或丰盈。就像顺着世世代代于焉展露的乐曲，所有主题的精致对位轮流演奏，宛如来自空无的召唤。——《收获与播种》第 20 页

数学家格罗滕迪克（Alexandre Grothendieck）对于与数学有关的事物非常敏锐，能够深刻感受到数学建筑结构中精巧与优雅的面貌。以他生平的一些高峰为例，他是法国高等科学研究所（IHÉS）的创办人之一，1966 年又获得菲尔兹奖，光这些就足以保证他跻身 20 世纪数学的万神殿。不过这些细节并不足以掌握格罗滕迪克研究的本质，他的成就根植于更有生机、更质朴的地方。正如他在长篇回忆录《收获与播种》（*Récoltes et Semailles*）中所述：“聆听事物之声的**专注品质**，陶冶出研究者创造力与想象力的品质。”（黑体为原作者所加，第 27 页）。如今格罗滕迪克自己的声音，体现在他的著作里，也仿佛得透过空无，才能传到我们的耳中。85 岁高龄的他，住在法国南部一处偏远的小村落里，已经遁世隐居十余年。



1965年左右的格罗滕迪克

依据密歇根大学 Hyman Bass 的看法，格罗滕迪克的数学观点，以“宇宙般的广度”改变了数学的风貌。他的观点直接被数学所吸收，以至于现在的数学新手很难再想象这个领域以前的模样。格罗滕迪克留下最深刻印记的领域是代数几何，他强调发现数学对象之间的关系，可以作为理解数学对象的一种途径。格罗滕迪克具有极强、甚至可说是超凡绝世的抽象能力，让他可以从十分广义的脉络里看待问题，而且他能很灵敏精确地运用这份抽象能力。事实上，从 20 世纪中叶起，整个代数几何领域愈来愈抽象和普遍的研究倾向，大部分得归诸格罗滕迪克的影响。但是，单纯为普遍而普遍，可能发展出贫瘠与乏味数学理论的危险，格罗滕迪克却从未涉身其中。

格罗滕迪克在二战时的早年生活充满混乱和创伤，他也缺乏良好的教育背景。格罗滕迪克如何从这样困蹇不足的起点脱颖而出，将自己淬炼成当世顶尖数学家的历程，是一个充满戏剧性的故事，就如同他在 1970 年时突然决定离开数学界一样，当时他的伟大成就正开花结果，而其非凡人格也深深影响这个社群。

## 早年生活

在我们（高中）的数学书籍里，我最不满意的是缺乏（曲线）长度、（曲面）面积、（立体）体积的严格定义。我立誓如果有机会，我将填补这个罅隙。——《收获与播种》第 3 页

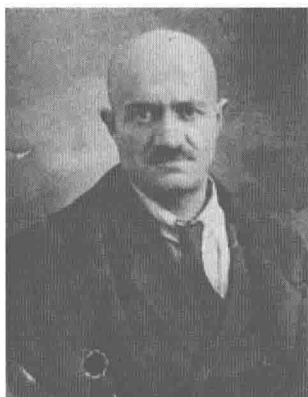
普林斯顿高等研究院的 Armand Borel 于 2003 年 8 月过世，享年 80 岁。他回忆第一次见到格罗滕迪克，是在 1949 年 11 月巴黎的布尔巴基（Bourbaki）讨论班。当时在演讲空档，20 几岁的 Borel 正与法国数学界领

导人物 45 岁的 Charles Ehresmann 聊天。Borel 回忆说，当时有一个年轻人大步走近 Ehresmann，没有任何寒暄，就开门见山问道：“你是拓扑群的专家吗？”Ehresmann 不想显得傲慢，回答说是的，他了解一点拓扑群。但是这位年轻人坚持：“但我需要**真正的**专家！”这就是当时的格罗滕迪克，21 岁的年纪，鲁直而强势，虽然不是完全无礼，但是对社交礼节却懵然无知。Borel 还记得格罗滕迪克当时的疑问：“是不是所有的局部拓扑群都是大域拓扑群的芽 (germ)？”结果 Borel 恰巧知道一个反例。格罗滕迪克的疑问显示，当时他已经以非常普遍的方式在思考数学。

20 世纪 40 年代末的巴黎时光，是格罗滕迪克真正接触数学研究的开始。在此之前，从他的人生事历（至少就我们所知），并没有什么线索，看得出他注定将成为数学界的领军人物。格罗滕迪克的家世背景或童年时期的细节，许多都还未知，已知的部分也很粗略。德国明斯特大学的 Winfried Scharlau 正在撰写格罗滕迪克的传记，并且已经仔细研究过格罗滕迪克这段时期的经历。下面格罗滕迪克生平的许多资讯，都来自我与 Scharlau 的访谈，以及他为了撰写这本传记所搜集的资料 [Sch]。

格罗滕迪克父亲的姓名可能是 Alexander Shapiro，1889 年 10 月 11 日，出生于乌克兰诺弗兹博克夫 (Novozybkov) 的一个犹太家庭。他是一位无政府主义者，曾经参与 20 世纪初沙皇时期的许多起义事件。17 岁被捕后，他设法躲过死刑，却又多次逃逸和被捕，最后总共在狱中待了约十年。由于同名同姓，格罗滕迪克的父亲经常被误认为是这些事件中，另一个更知名的激进份子。John Reed 的《震撼世界的十天》曾经描写后者的事迹，他最后移居纽约，死于 1946 年，当时格罗滕迪克的父亲已经死了四年。另一桩值得注意的事情是，格罗滕迪克的父亲是一个独臂人。曾于 20 世纪 70 年代与格罗滕迪克同居并生下一子的 Justine Bumby 说，格罗滕迪克的父亲为了逃避警察追捕，在试图自杀时失去这条手臂。或许格罗滕迪克自己也无意之间让有两位 Shapiro 的事实更加混淆，举例来说，IHÉS 的 Pierre Cartier 曾在 [cartier2] 中提到，格罗滕迪克坚持认为 Reed 书里有一个角色是他的父亲。

1921 年，Shapiro 离开俄罗斯，终生没有任何国籍。为了隐藏他的政治过往，他取得一份名为 Alexander Tanaroff 的身份证明，余生都以此为名。他曾经在法国、德国、比利时待过，并且和无政府主义者以及其他革命团体常有过往。20 世纪 20 年代中期，他在柏林的激进分子圈认识了格罗滕迪克的母亲 Johanna (Hanka) Grothendieck。Hanka 1900 年 8 月 21 日出生于汉堡的路德教派的一个中产家庭。为了反抗传统的教养，她前往当时前卫文化与革命社会运动温床的柏林。Hanka 和 Shapiro 都想成为作家，Shapiro 终生未发表只言片语，不过 Hanka 倒是写过一些文章，尤其在 1920 年到 1922 年间，她曾为一份名为《刑枷》(Der Pranger) 的左翼周报写稿，那是为在汉



格罗滕迪克的父亲Shapiro, 1922年

堡社会边缘生存的娼妓阶层伸张权益的报纸。更久之后，Hanka 在 20 世纪 40 年代晚期写过一本自传体的小说《一个女人》(*Eine Frau*)，但从未出版。



格罗滕迪克的母亲Hanka, 1917年

Shapiro 大半生都是一位街头摄影师，这份工作让他可以自力更生，避免陷入有违他无政府信仰的雇佣关系。他和 Hanka 都结过婚，各有一个前婚小孩，她的是女儿，他的则是儿子。格罗滕迪克在 1928 年 3 月 28 日生于柏林，家中除了他的父母，还有 Hanka 前次婚姻的女儿 Maldi，她比格罗滕迪克大 4 岁。家人以及格罗滕迪克后来的亲近朋友都称其为 Schrik，他父亲的小名则是 Sascha。虽然格罗滕迪克从未见过他的异母哥哥，但他将自己 20 世纪 80 年代的手稿《寻堆》(*A La Poursuite des Champs*) 献给哥哥。

1933 年纳粹掌权后，Shapiro 从柏林逃亡到巴黎，该年 12 月，Hanka 决定跟随丈夫，因此将儿子托付给汉堡附近布兰肯奈西 (Blankenese) 的一个寄养家庭，女儿 Maldi 则留在一个照顾残障儿童的机构，虽然 Maldi 并非残障（《收获与播种》第 427—473 页）。寄养家庭的家长名叫 Whihelm

Heydorn, 其精彩一生可以从他的传记《我只是一个人》( *Nur Mensch Sein!* ) [Heydorn] 中看出来。书中有一张格罗滕迪克 1934 年时的照片, 而且简短地提到他。Heydorn 曾经是路德教派的牧师, 也当过军官。他后来离开教职, 转任小学老师与 Heilpraktiker (在今天可大略译成另类治疗师)。1930 年, Heydorn 建立了一个具有理想色彩的政党——“人性党”( *Menschheitspartei* ), 被纳粹视为非法政党。Heydorn 自己有四个小孩, 而且在这个日后导致二战的混乱时期里, 他和太太 Dagmar 依循基督教的理念, 还另外收容了好几位被迫和家人分开的寄养小孩。



童年的格罗滕迪克

格罗滕迪克从 5 岁到 11 岁, 在 Heydorn 家待了五年, 而且还上过学。在 Dagmar 的回忆录中, 提到小格罗滕迪克的个性十分随性、绝对诚实, 但缺乏自制。在这段时期, 格罗滕迪克很少收到母亲的来信, 父亲更无只言片语。虽然 Hanka 在汉堡还有亲戚, 但是从来没有人探访过她的儿子。格罗滕迪克在《收获与播种》(第 473 页) 中提到, 和父母的遽然分离给他造成莫大的创伤。Scharlau 怀疑小格罗滕迪克在 Heydorn 家里过得并不快乐, 由于他从小生长在无政府主义家长建立的自由家庭, Heydorn 家比较严格的气氛也许会造成双方的摩擦。事实上, 格罗滕迪克和 Heydorn 家附近的几个家庭反而比较亲近, 即使成年之后, 他还长年与他们通信。格罗滕迪克也曾给 Heydorn 家写过信, 并曾经造访汉堡数次, 最近的一次是在 20 世纪 80 年代中期。

1939 年的战争迫在眉睫, Heydorn 家受到的政治压力愈来愈大, 他们无法再收容寄养小孩。格罗滕迪克的情形更麻烦, 因为他长得就像犹太人。当时他父母的确切地址不详, 但 Dagmar 写信给汉堡的法国领事馆, 设法将消息传达给在巴黎的 Shapiro 以及在尼姆 (Nîmes) 的 Hanka。一旦联络上后, 11 岁的格罗滕迪克立刻被送上从汉堡开往巴黎的火车。在 1939 年 5 月他和

父母重聚，在战争之前共度了一段很短的时光。

我们并不很清楚格罗滕迪克留在汉堡的期间，他父母的工作是什么。不过他们在政治上仍然很活跃，曾经一起到西班牙参与西班牙内战，并在弗朗哥获胜后，随众人一起逃回法国。由于他们的政治活动，Hanka 和她先生在法国被视为危险的外国人。格罗滕迪克和他的父母重聚后不久，Shapiro 就被送到勒凡内（Le Vernet）的集中营，这是当时法国情况最恶劣的集中营，他可能从此就没再见过妻儿。1942 年 8 月，Shapiro 被法国当局押解到奥斯威辛（Auschwitz）集中营，并在该地遇害。至于格罗滕迪克的姐姐 Maida 在这段时间的情况不明，不过她最后嫁给一位美国军人，移民美国，几年前才过世。

1940 年，Hanka 和儿子被送入曼德（Mende）附近的里奥克罗（Lieucros）集中营，就集中营而言，这里算是情况比较好的，他们允许格罗滕迪克到曼德上中学。尽管如此，这仍然是一段精神被剥夺又不确定的岁月。格罗滕迪克曾经告诉 Bamby，他和母亲有时会受到法国人的漠然回避，他们不知道 Hanka 也反纳粹。格罗滕迪克曾经逃离集中营，想要刺杀希特勒，不过很快就被抓回去。Bamby 说：“这很可能要了他的命。”格罗滕迪克身强体壮，也是一名拳击好手，在这段时遭欺凌的时光里非常有用。

两年后，这对母子被迫分离。Hanka 被送到另一个集中营，她的儿子最后流落到法国的尚邦（Le Chambon-sur-Lignon）。当地的新教牧师 André Trocmé 将这个山区度假小镇变成抵抗纳粹的顽强据点，成为保护犹太人与其他战乱受害者的避风港 [Hallie]。格罗滕迪克住在当地一个瑞士机构支持的儿童之家，他就读于当地教育年轻人的赛佛诺（Cévenol）中学，并且通过法国高中会考（baccalauréat）。虽然尚邦人的英雄行径保障了流亡者的安全，但是当时的生活仍然不很稳定。在《收获与播种》中，格罗滕迪克提到由于当局定期搜捕犹太人，他和同学常要疏散到森林中躲几天。

格罗滕迪克也谈过他在曼德和尚邦的学校生活。尽管他的年轻岁月颠沛流离，生活困顿，格罗滕迪克显然从小就有强烈的内在方向感。在数学课中他不依赖老师，学会自行分辨深浅与对错。他觉得课本中的习题太多重复，呈现的方式又孤立于其真正的意义。格罗滕迪克写道：“这是书本的问题，不是我的问题。”不过一旦有个问题引起他的注意，他还是完全投入，废寝忘食（《收获与播种》第 3 页）。

## 从蒙彼利埃、巴黎到南锡

Soula 先生 [我的微积分老师] 确定地告诉我，二十或三十年之前，数学最后的问题已经被某个叫勒贝格（Lebesgue）的人给解决了。他发展了一门